

The copyright © of this thesis belongs to its rightful author and/or other copyright owner. Copies can be accessed and downloaded for non-commercial or learning purposes without any charge and permission. The thesis cannot be reproduced or quoted as a whole without the permission from its rightful owner. No alteration or changes in format is allowed without permission from its rightful owner.



**MEREKABENTUK KERANGKA PROSES
PENGUBAHSUAIAN RUMAH BERDASARKAN KEPADA
PENILAIAN KONDISI BANGUNAN DI KOTA
SAMARAHAN, SARAWAK**



MOHD. AMRAN BIN HASBULLAH

UUM
Universiti Utara Malaysia

**DOKTOR FALSAFAH
UNIVERSITI UTARA MALAYSIA
2018**

**MEREKABENTUK KERANGKA PROSES
PENGUBAHSUAIAN RUMAH BERDASARKAN KEPADA
PENILAIAN KONDISI BANGUNAN DI KOTA
SAMARAHAN, SARAWAK**

oleh

MOHD. AMRAN BIN HASBULLAH



UUM
Universiti Utara Malaysia

Tesis dikemukakan kepada Kolej Undang-undang, Kerajaan & Pengajian Antarabangsa,
Universiti Utara Malaysia sebagai memenuhi syarat pengijazahan
Doktor Falsafah



Kolej Undang-Undang, Kerajaan dan Pengajian Antarabangsa
(College of Law, Government and International Studies)
Universiti Utara Malaysia

PERAKUAN KERJA TESIS / DISERTASI
(Certification of thesis / dissertation)

Kami, yang bertandatangan, memperakukan bahawa
(We, the undersigned, certify that)

MOHD. AMRAN BIN HASBULLAH (94503)

Ph.D

calon untuk Ijazah
(candidate for the degree of)

telah mengemukakan tesis / disertasi yang bertajuk:
(has presented his/her thesis / dissertation of the following title):

**MEREKABENTUK KERANGKA PROSES PENGUBAHSUAIAN RUMAH
BERDASARKAN KEPADA PENILAIAN KONDISI BANGUNAN DI KOTA
SAMARAHAN, SARAWAK**

seperti yang tercatat di muka surat tajuk dan kulit tesis / disertasi.
(as it appears on the title page and front cover of the thesis / dissertation).

Bahawa tesis/disertasi tersebut boleh diterima dari segi bentuk serta kandungan dan meliputi bidang ilmu dengan memuaskan, sebagaimana yang ditunjukkan oleh calon dalam ujian lisan yang diadakan pada **11 FEBRUARI 2018**

That the said thesis/dissertation is acceptable in form and content and displays a satisfactory knowledge of the field of study as demonstrated by the candidate through an oral examination held on: FEBRUARY 11, 2018

Pengerusi Viva
(Chairman for Viva)

: **PROF. DATO' DR. ABDUL RAHMAN
ABDUL AZIZ**

Tandatangan
(Signature)

Pemeriksa Luar
(External Examiner)

: **ASSOC. PROF. DR. MOHD. WIRA
MOHD SHAFIEI**

Tandatangan
(Signature)

Pemeriksa Dalam
(Internal Examiner)

: **DR. FAIZAL MD HANAFIAH**

Tandatangan
(Signature)

Tarikh: **11 FEBRUARI 2018**
Date

Nama Pelajar
(Name of Student)

: MOHD. AMRAN BIN HASBULLAH (94503)

Tajuk Tesis
(Title of the Thesis)

MEREKABENTUK KERANGKA PROSES
PENGUBAHSUAIAN RUMAH BERDASARKAN KEPADA
PENILAIAN KONDISI BANGUNAN DI KOTA SAMARAHAN,
SARAWAK

Program Pengajian

: Ph.D

(Programme of Study)

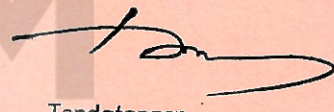
Penyelia Utama
(Main Supervisor)

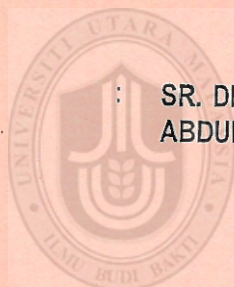
: PROF. DR. ROHANA YUSOF


Tandatangan
(Signature)

Penyelia Kedua
(Co- Supervisor)

: SR. DR. MOHD NAZARUDDIN B YUSOFF@
ABDUL RAHMAN


Tandatangan
(Signature)



Universiti Utara Malaysia

KEBENARAN MENGGUNA

Dalam membentangkan tesis ini bagi memenuhi syarat sepenuhnya untuk ijazah Doktor Falsafah (PhD) Universiti Utara Malaysia, saya bersetuju bahawa perpustakaan Universiti boleh secara bebas membenarkan kepada sesiapa saja untuk memeriksa tesis ini. Saya juga bersetuju bahawa penyelia saya atau jika ketiadaan beliau, Dekan Kolej Undang-undang, Kerajaan & Pengajian Antarabangsa, diberikan kebenaran untuk membuat salinan tesis ini dalam sebarang bentuk, sama ada secara keseluruhannya atau sebahagiannya, bagi tujuan kesarjanaan. Dimaklumkan juga bahawa sebarang penyalinan atau penerbitan atau kegunaan tesis ini sama ada secara sepenuhnya atau sebahagiannya bagi tujuan keuntungan kewangan tidak dibenarkan kecuali setelah mendapat kebenaran bertulis. Selain itu dimaklumkan bahawa pengiktirafan harus diberikan kepada saya dan Universiti Utara Malaysia atas kegunaan kesarjanaan terhadap sebarang petikan daripada tesis saya ini.

Sebarang permohonan untuk menyalin atau mengguna mana-mana bahan dalam tesis ini, sama ada secara sepenuhnya atau sebahagiannya hendaklah dialamatkan kepada:

Dekan
Kolej Undang-undang, Kerajaan & Pengajian Antarabangsa
Universiti Utara Malaysia
06010 UUM Sintok
Kedah Darul Aman

ABSTRAK

Kajian penerokaan ini bertujuan menyiasat *prima facie* bahawa terdapat banyak retakan pada elemen struktur rumah pasca pengubahsuaian disebabkan kelekakan dan pengamal binaan tidak mahir dalam aspek pengubahsuaian rumah di Daerah Kota Samarahan, Sarawak. Seramai 67 responden telah dipilih secara rawak dalam kajian ini. Lima faktor utama telah mempengaruhi kecacatan rumah pasca pengubahsuaian iaitu pengabaian kepada keperluan pelan struktur rumah, tempoh pembinaan, pemadatan tanah, penyelenggaraan dan penglibatan penuh pengurus projek semasa proses pengubahsuaian dijalankan. Kajian ini dijalankan berdasarkan penilaian visual menggunakan Indeks Kecacatan Rumah (IKR) dan Penilaian Kondisi Bangunan (PKB) untuk menilai 642 kes kecacatan fizikal. Sebanyak 382 garis lebar retak pada struktur dan dinding bata dinilai menggunakan kaedah ujian yang tidak merosakkan iaitu menggunakan peralatan *Ultrasonic Pulse Velocity* dan *Rebound Hammer* untuk mengenal pasti prestasi struktur rumah. Didapati secara puratanya saiz lebar retak adalah 0.5785 yang merupakan satu nilai dalam kategori baik berdasarkan British Standard 1881. Langkah-langkah pemulihan segera atau penggantian perlu dilakukan ke atas enam unit rumah yang berkondisi kritikal, pembaikan perlu dilakukan pada 25 unit rumah berprestasi sederhana dan selebihnya hanya langkah pemantauan rutin diperlukan untuk memastikan kecacatan tidak merebak. Keputusan kajian ini mendapati bahawa apabila lebar retak struktur melebihi 2.0 mm maka prestasi kekuatan mampatan konkrit kurang daripada 20 MPa dan nilai PV <3.0 km/s adalah berkondisi kritikal. Kajian menunjukkan bahawa rumah pasca pengubahsuaian adalah berprestasi sederhana kekukuhannya, ini bermaksud bahawa rangka kerja bagi proses pengubahsuaian perlu diwujudkan. Kajian ini mencadangkan bahawa masyarakat harus didedahkan kepada pengetahuan forensik bangunan dan pihak berwajib harus bertegas dalam penguatkuasaan peraturan sedia ada.

Kata Kunci: kecacatan struktur, pasca pengubahsuaian, indeks kecacatan rumah, penilaian kondisi bangunan, Sarawak

ABSTRACT

This exploratory study is aimed to investigate prima facie that there are many crack lines of post-modification house structure elements due to lack of sensitivity and unskilled practitioners in aspects of home renovation in Kota Samarahan District, Sarawak. A total of 67 respondents were randomly selected in this field study. Five major factors have affected the post-modification house defect is the neglect of the requirements of the house structure plan, construction period, soil compaction, maintenance and full involvement of the project manager during the renovation process. A study was done based on visual assessment using Building Defects Index (BCI) and Building Condition Assessment (BCA) to assess 642 physical disability cases. A total of 382 cracked structures on the structure and walls of brick houses were evaluated using non-destructive testing methods. Ultrasonic Pulse Velocity and Rebound Hammer has been used to identify the current performance of structural elements. The result shows that the average crack size is 0.5785 which is a good value under British Standard 1881. Immediate recovery or replacement measures need to be made on six critical home units, repairs should be done at 25 units of medium scale and only routine monitoring measures are needed to ensure that defects are not easy to spread to the rest of the units. The results of this study have found that when the crack width of the structure exceeds 2.0 mm then the performance of the concrete strength decreases <20 MPa and the value of PV <3.0 km / s would be in critical condition. Studies show that the post-modification home is a moderate performance of its solidarity, meaning that a framework for the renovation process needs to be established. This study suggests that, the public must also be exposed to the forensic knowledge of the building and the authorities should be firm in enforcing existing regulations.

Keywords: structural defects, post-modification, home defect index, assessment of building conditions, Sarawak

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.

Alhamdulillah, saya memanjatkan kesyukuran kehadiran Allah s.w.t. yang menganugerahkan kekuatan, ketabahan dan kesabaran sehingga tesis ini dapat disiapkan. Dalam kesempatan yang terbatas ini, ingin saya merakamkan penghargaan kepada mereka yang telah memberikan sumbangan sehingga terhasilnya tesis ini. Ucapan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih yang tidak ternilai kepada penyelia tesis, iaitu Prof. Dr. Rohana Yusof dan Sr. Dr. Mohd Nazaruddin Yusof @ Abdul Rahman yang sentiasa sabar dalam memberikan dorongan, bimbingan dan panduan intelektual tanpa jemu, sehinggalah tesis ini dapat disempurnakan. Sekalung ucapan terima kasih kepada Dr. Iskanda Openg, Prof. Madya Dr. Adi Irfan, Dr. Mohamad Rohaidzat, En. Mohamad Hazizi, Dr. Mohamad Ezat Hafiz, para rakan pensyarah UiTM Samarahan, Sarawak dan UiTM Pasir Gudang, Johor kerana turut memberikan sokongan serta input-input yang membina dalam menyempurnakan kajian tesis ini. Di samping itu, terima kasih yang tidak terhingga juga ditujukan kepada pemilik-pemilik rumah kajian, kontraktor, perunding dan Majlis Perbandaran Kota Samarahan yang telah memberi kerjasama dengan menjadi sebahagian daripada responden kajian.

Tidak dilupakan ucapan penghargaan juga ditujukan kepada pihak Universiti Utara Malaysia (UUM) sebagai tempat menimba ilmu dengan sokongan fasiliti dan staf yang amat saya hargai. Syukur alhamdulillah, walaupun kedua-dua ibu bapa tidak sempat melihat kejayaan ini, terima kasih dengan berkat asuhanmu. Ucapan teristimewa ditujukan buat adik beradik tercinta yang sentiasa melimpahkan doa dan restu dan menjadi tunjang kepada kekuatan saya, kepada isteri tercinta, Darina bt. Sabit @ Mubin yang sentiasa menjadi pencetus inspirasi, dan anak-anak tersayang Adam Alhaji dan Luqman Alhakim serta mertua dan ipar-duai yang sentiasa faham akan situasi penulisan tesis. Tanpa kalian, tesis ini tidak akan terhasil.

Mohd. Amran bin Hasbullah

B.Sc. HBP (Urban Planning) USM, M.Sc. (Housing) USM.

11 Februari 2018

ISI KANDUNGAN

| | |
|---|------|
| KEBENARAN MENGGUNA | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| PENGHARGAAN | vi |
| ISI KANDUNGAN | vii |
| SENARAI JADUAL | xi |
| SENARAI RAJAH | xiii |
| SENARAI SINGKATAN | xvi |
| SENARAI LAMPIRAN | xvii |
| | |
| BAB SATU | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Pengenalan | 1 |
| 1.2 Alasan Kajian | 5 |
| 1.3 Permasalahan Kajian | 7 |
| 1.3.1 Sukatan Pelajaran Akademik | 9 |
| 1.3.2 Penguatkuasaan | 9 |
| 1.3.3 Kepuasan Pemilik | 10 |
| 1.3.4 Kualiti Pembinaan | 11 |
| 1.3.5 Pengubahsuaian Rumah | 12 |
| 1.4 Persoalan Kajian | 14 |
| 1.5 Objektif Kajian | 15 |
| 1.6 Hipotesis Kajian | 16 |
| 1.7 Metodologi Kajian | 20 |
| 1.8 Kepentingan Kajian | 23 |
| 1.10 Batasan Kajian | 24 |
| 1.11 Faktor-faktor Cabaran dan Batasan Pengubahsuaian | 26 |
| 1.12 Rumusan Bab | 31 |
| | |
| BAB DUA | 33 |
| ULASAN KARYA | 33 |
| 2.1 Pengenalan | 33 |
| 2.2 Pengubahsuaian | 34 |
| 2.2.1 Faktor Pengubahsuaian | 35 |
| 2.2.2 Isu dalam Pengurusan Pembinaan | 37 |
| 2.3 Garis Panduan dan Standard Pemeriksaan Bangunan | 39 |
| 2.3.1 Pemeriksaan Matrik CSP1 | 39 |
| 2.3.2 Building Condition Assessment (BCA) | 44 |
| 2.3.3 Quality Assessment System in Construction (QLASSIC) | 50 |
| 2.3.4 BS 1881: Bahagian 202: 1986 | 53 |

| | |
|---|---------|
| 2.3.5 BS 1881: Bahagian 203: 1986 | 53 |
| 2.3.6 Permit Kerja Ubahsuai PBT | 54 |
| 2.4 Prestasi Bangunan | 55 |
| 2.4.1 Usia / keusangan Bangunan | 57 |
| 2.4.2 Kurang Pengetahuan | 58 |
| 2.4.3 Penyelenggaraan | 59 |
| 2.4.4 Mutu kerja | 60 |
| 2.4.5 Rekabentuk | 64 |
| 2.5 Kecacatan dan Kerosotan Struktur | 67 |
| 2.5.1 Kecacatan Fizikal | 67 |
| 2.5.2 Pengelasan Keretakan | 76 |
| 2.5.2.1 Retak Struktur | 78 |
| 2.5.2.2 Retak Bukan Struktur | 81 |
| 2.5.3 Faktor-faktor Kecacatan Struktur | 87 |
| 2.6 Ukur Kondisi Pemeriksaan Rumah | 92 |
| 2.6.1 Kaedah Ujian Gabungan | 94 |
| 2.6.2 Ujian Secara Visual | 95 |
| 2.6.3 Kaedah Ujian Tanpa Musnah (Non-destructive Testing) | 98 |
| 2.6.3.1 Ujian Tukul Anjal Rebound Hammer | 99 |
| 2.6.3.2 Ujian Halaju Denyutan Ultrasonik | 102 |
| 2.7 Binaan Struktur Konkrit | 106 |
| 2.7.1 Sambungan Dalam Binaan Struktur | 109 |
| 2.7.2 Agihan Beban Pada Struktur | 110 |
| 2.7.3 Kedudukan Tetulang bagi Struktur Bangunan | 111 |
| 2.7.4 Penutup Konkrit | 111 |
| 2.8 Kesalahan Umum dalam Rekabentuk Struktur | 112 |
| 2.9 Rangka Kerja Kajian | 116 |
| 2.10 Rumusan Bab | 117 |
| BAB TIGA | 119 |
| METODOLOGI | 119 |
| 3.1 Pengenalan | 119 |
| 3.2 Metodologi Kajian | 121 |
| 3.2.1 Pengumpulan Data | 123 |
| 3.2.1.1 Soal Selidik Pemilik Rumah | 124 |
| 3.2.1.2 Ujian Visual | 125 |
| 3.2.1.3 Ujian Tanpa Musnah (NDT) | 128 |
| 3.2.1.4 Ringkasan Eksekutif | 129 |
| 3.2.2 Kalibrasi Peralatan | 130 |
| 3.2.3 Pegawai Berkelayakan | 130 |
| 3.2.4 Pembentukan Borang Pemeriksaan Matrik | 132 |
| 3.3 Sampel Kajian | 133 |
| 3.3.1 Kriteria Pemilihan Sampel | 134 |
| 3.4 Pengukuran Soalan | 136 |
| 3.4.1 Huraian Faktor | 137 |
| 3.4.2 Huraian Hipotesis | 138 |

| | |
|---|-----|
| 3.5 Rekabentuk Soalan Kaji Selidik | 139 |
| 3.5.1 Kaedah Perbincangan Tinjauan | 139 |
| 3.5.2 Membina Soalan Kaji Selidik | 144 |
| 3.5.3 Jenis Soalan Kaji Selidik: Muktamad-Tertutup (Closed-Ended) | 149 |
| 3.6 Kajian Rintis (Pilot Test) | 150 |
| 3.7 Prosedur Kerja Pemeriksaan Bangunan | 154 |
| 3.7.1 Kaedah Ujian CSPI | 154 |
| 3.7.2 Kaedah Ujian Tanpa Musnah (NDT) | 157 |
| 3.7.2.1 Kaedah Ujian Tukul Anjal (Rebound Hammer) | 159 |
| 3.7.2.2 Kaedah Ujian Halaju Denyutan Ultrasonik | 161 |
| 3.8 Rumusan Bab | 168 |
| BAB EMPAT | 169 |
| ANALISIS PAS CA PENGUBAHSUAIAN RUMAH | 169 |
| 4.1 Pengenalan | 169 |
| 4.2 Analisis Kekerapan | 170 |
| 4.2.1 Demografi | 170 |
| 4.2.2 Maklumat Pengubahsuaian | 174 |
| 4.2.3 Pandangan Pemilik Rumah | 182 |
| 4.3 Faktor-faktor Kecacatan | 189 |
| 4.3.1 Analisis Regresi Prestasi Rumah | 189 |
| 4.3.2 Analisis Regresi Selamat Didiami | 190 |
| 4.3.3 Analisis Regresi Kecacatan Elemen Rumah | 192 |
| 4.3.4 Analisis Regresi Pengamal Binaan | 194 |
| 4.3.5 Analisis Regresi Kepuasan Pemilik Rumah | 197 |
| 4.4 Pemeriksaan Secara Visual CSPI | 199 |
| 4.4.1 Prestasi Kecacatan Binaan Konkrit dan Bata | 199 |
| 4.4.2 Analisis Garis Retak pada Struktur dan Dinding Bata | 204 |
| 4.4.3 Ringkasan Eksekutif Pemeriksaan Secara Visual CSPI | 210 |
| 4.5 Ujian Tanpa Musnah (NDT) | 211 |
| 4.5.1 Ujian Menggunakan Rebound Hammer | 212 |
| 4.5.1.1 Struktur Tiang | 212 |
| 4.5.1.2 Struktur Lantai | 217 |
| 4.5.1.3 Struktur Rasuk | 221 |
| 4.5.1.4 Ringkasan Eksekutif Ujian Menggunakan Rebound Hammer | 223 |
| 4.5.2 Ujian Menggunakan Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) | 224 |
| 4.5.2.1 Struktur Dinding | 224 |
| 4.5.2.2 Struktur Tiang | 230 |
| 4.5.2.3 Struktur Lantai | 235 |
| 4.5.2.4 Struktur Rasuk | 239 |
| 4.5.2.5 Ringkasan Eksekutif Ujian Menggunakan UPV | 242 |
| 4.6 Rumusan Bab | 245 |

| | |
|--|-----|
| BAB LIMA | 247 |
| KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN CADANGAN | 247 |
| 5.1 Pengenalan | 247 |
| 5.2 Kesimpulan Dapatan Kajian | 247 |
| 5.2.1 Kesimpulan Objektif Pertama Kajian | 248 |
| 5.2.2 Kesimpulan Objektif Kedua Kajian | 253 |
| 5.2.3 Kesimpulan Objektif Ketiga Kajian | 255 |
| 5.3 Pembentukan Kerangka Strategi Kelestarian Pengubahsuaian | 261 |
| 5.4 Implikasi dan Cadangan | 264 |
| 5.4.1 Penyelidikan Berterusan | 264 |
| 5.4.2 Peranan Kerajaan Dalam Melestarikan Industri Binaan | 265 |
| 5.4.3 Peranan Pengamal Binaan | 266 |
| 5.5 Kesimpulan | 267 |
| RUJUKAN | 268 |
| SENARAI PENERBITAN | 292 |



UUM
Universiti Utara Malaysia

SENARAI JADUAL

| | |
|-------------|--|
| Jadual 2.1 | Jadual Penyetaraan Indeks Matrik CSPI dan IKR |
| Jadual 2.2. | Jadual Penilaian Keutamaan |
| Jadual 2.3 | Jadual Matrik |
| Jadual 2.4 | Tahap Keadaan Fizikal Komponen Bangunan |
| Jadual 2.5 | Tahap Keutamaan Tindakan Penyenggaraan Bangunan |
| Jadual 2.6 | Analisis Matrik Tahap Keadaan Fizikal Komponen Bangunan dan Tahap Keutamaan Tindakan Penyenggaraan |
| Jadual 2.7 | Klasifikasi Penarafan Bangunan |
| Jadual 2.8 | Kerja-kerja Ubahsuai yang Memerlukan Permit PBT |
| Jadual 2.9 | Ringkasan Definisi dan Punca Kecacatan |
| Jadual 2.10 | Ringkasan Jenis-jenis dan Komponen Kecacatan |
| Jadual 2.11 | Ringkasan Faktor-faktor Kecacatan |
| Jadual 2.12 | Kaedah Pemeriksaan Secara Visual |
| Jadual 2.13 | Klasifikasi penarafan kekuatan mampatan konkrit menggunakan peralatan Schmidt Hammer berdasarkan BS:1881: Bahagian 202 |
| Jadual 2.14 | Klasifikasi penarafan kualiti konkrit menggunakan ujian UPV berdasarkan BS:1881 (Bah. 203) |
| Jadual 2.15 | Kaedah Ujian NDT |
| Jadual 3.1 | Novelti Diantara Sorotan Kajian dan Cadangan Kajian |
| Jadual 3.2 | Ringkasan Metodologi Kajian |
| Jadual 3.3 | Borang B, Borang Pemeriksaan Matrik CSPI/BCA |
| Jadual 3.4 | Jadual Penarafan Kondisi Skala Kecacatan / Kerosakan Struktur |
| Jadual 3.5 | Borang C, Borang Penilaian Struktur Konkrit NDT |
| Jadual 3.6. | Fungsi Juru Ukur Bangunan |
| Jadual 3.7 | Ringkasan Komentor Perbincangan Tinjauan Bersama Ahli Akademik |
| Jadual 3.8 | Ringkasan Komentor Perbincangan Tinjauan Bersama Pengamal Binaan |
| Jadual 3.9 | Ringkasan Komentor Perbincangan Tinjauan Bersama Pemilik Rumah |
| Jadual 3.10 | Perincian Soalan Soal Selidik Borang A, Bahagian A |
| Jadual 3.11 | Perincian Soalan Soal Selidik Borang A, Bahagian B |
| Jadual 3.12 | Kategori Nilai Alpha (Kebolehpercayaan) |
| Jadual 4.1 | Maklumat Sebelum Pengubahsuaian |
| Jadual 4.2 | Maklumat Semasa Pengubahsuaian. |
| Jadual 4.3 | Maklumat Selepas Pengubahsuaian. |
| Jadual 4.4 | Pandangan Pemilik Rumah. |

| | |
|-------------|--|
| Jadual 4.5 | Prestasi Rumah |
| Jadual 4.6 | Selamat |
| Jadual 4.7 | Kecacatan Elemen Rumah |
| Jadual 4.8 | Pengamal Binaan |
| Jadual 4.9 | Kepuasan Pemilik Rumah |
| Jadual 4.10 | Jenis-jenis Kecacatan Pada Binaan Konkrit |
| Jadual 4.11 | Penarafan kecacatan pada binaan konkrit. |
| Jadual 4.12 | Penarafan keretakan pada struktur dan bata bagi setiap rumah. |
| Jadual 4.13 | Lebar Retak Pada Elemen |
| Jadual 4.14 | Pemisahan Elemen |
| Jadual 4.15 | Garis Retak Pada Elemen Rumah. |
| Jadual 4.16 | Ringkasan Eksekutif Pemeriksaan CSP1/BCA |
| Jadual 4.17 | Prestasi Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan Rebound Hammer |
| Jadual 4.18 | Prestasi Garis Retak Pada Struktur Lantai |
| Jadual 4.19 | Prestasi Garis Retak Pada Struktur Rasuk |
| Jadual 4.20 | Ringkasan Eksekutif Ujian Rebound Hammer |
| Jadual 4.21 | Prestasi Garis Retak Pada Elemen Dinding (UPV) |
| Jadual 4.22 | Prestasi Elemen Dinding Bagi Jenis Rumah (UPV) |
| Jadual 4.23 | Prestasi Struktur Tiang (UPV) |
| Jadual 4.24 | Prestasi Garis Retak Pada Struktur Lantai (UPV) |
| Jadual 4.25 | Prestasi Garis Retak Pada Struktur Rasuk (UPV) |
| Jadual 4.26 | Ringkasan Eksekutif Ujian UPV |
| Jadual 5.1 | Faktor-faktor Penyumbang Kecacatan Sebelum Pengubahsuaian |
| Jadual 5.2 | Faktor-faktor Penyumbang Kecacatan Semasa Pengubahsuaian. |
| Jadual 5.3 | Faktor-faktor Penyumbang Kecacatan Selepas Pengubahsuaian. |
| Jadual 5.4 | Jadual Skor Mata Prestasi Rumah Pasca Pengubahsuaian. |
| Jadual 5.5 | Jadual Kesetaraan Skor Mata Prestasi Rumah |
| Jadual 5.6 | Jadual Pelarasan Lebar Retak – Rebound Hammer dan UPV |
| Jadual 5.7 | Jadual Matrik Protokol Ukur Kondisi - Kualiti Konkrit (Protokol 1 dan 2). |
| Jadual 5.8 | Analisis Matrik Tahap Keadaan Fizikal Komponen Bangunan dan Tahap Keutamaan Tindakan Penyelenggaraan |
| Jadual 5.9 | Klasifikasi Penarafan Bangunan |
| Jadual 5.10 | Jadual Hierarki Faktor Utama Mempengaruhi Prestasi Pengubahsuaian Rumah |
| Jadual 5.11 | Jadual Sub-faktor Mempengaruhi Prestasi Pengubahsuaian Rumah |

SENARAI RAJAH

| | |
|------------|---|
| Rajah 1.1 | Kerangka Kajian Hubungan antara Elemen Struktur dengan Prestasi Rumah |
| Rajah 1.2 | Carta Aliran Metodologi Kajian |
| Rajah 1.3 | Faktor-faktor Mempengaruhi Prestasi Bangunan Pasca Pengubahsuaian |
| Rajah 1.4 | Hubungan Kesefahaman Pengamal Binaan dan Pemilik Rumah Mempengaruhi Faktor Cabaran dan Halangan Kelestarian Pengubahsuaian Rumah |
| Rajah 2.1 | Unjuran Populasi Dunia daripada tahun 1950-2050 |
| Rajah 2.2 | Model KAP (Knowledge-Attitude Practice / Behavior) |
| Rajah 2.3. | Contoh Helaian Executive Summary Ukur Kondisi |
| Rajah 2.4 | Faktor-faktor Mempengaruhi Fasa Pengurusan Kecacatan Rumah |
| Rajah 2.5 | Agen Kecacatan Konkrit |
| Rajah 2.6 | Retak disebabkan pengaratan tetulang |
| Rajah 2.7 | Sifat-sifat Kongkrit |
| Rajah 2.8 | Rangka Kerja Kajian |
| Rajah 3.1 | Kerangka Teoritikal Keretakan Rumah |
| Rajah 3.2 | Dimensi, Faktor, Cabaran dan Batasan |
| Rajah 3.3 | Alat mengukur lebar retak (i) 'Cracks comparator' dan (ii) 'Feeler Gauge Blade'. |
| Rajah 3.4 | Pelan Lantai dan Keratan Rentas Cara Kerja Lapangan Pengukuran UPV dan Rebound Hammer |
| Rajah 3.5 | Kaedah Pengujian NDT. i) Pengukuran lebar garis retak menggunakan 'feeler gauge blade', ii) Pengujian menggunakan Rebound Hammer pada struktur lantai, iii) Pengujian menggunakan UPV pada dinding bata |
| Rajah 3.6 | Ringkasan Metodologi Kajian Prestasi Rumah Pasca Pengubahsuaian |
| Rajah 4.1 | Taburan Sampel Rumah |
| Rajah 4.2 | Tahap Pendidikan |
| Rajah 4.3 | Jenis Rumah |
| Rajah 4.4 | Ruang / Elemen Diubahsuai |
| Rajah 4.5 | Tahun Siap Dibina |
| Rajah 4.6 | Tahun Siap Diubahsuai. |
| Rajah 4.7 | Sumber |
| Rajah 4.8 | Tempoh Kecacatan. |
| Rajah 4.9. | Kondisi Rumah Pasca Pengubahsuaian (CSPI/BCA). |
| Rajah 4.10 | Garis Retak Pada Elemen. |

| | |
|------------|---|
| Rajah 4.11 | Saiz Lebar Retak. |
| Rajah 4.12 | Jumlah Garis Retak Berdasarkan Elemen Pada Setiap Taman Perumahan |
| Rajah 4.13 | Jumlah Unit Rumah Berdasarkan Elemen Retak |
| Rajah 4.14 | Prestasi unit rumah pada struktur tiang menggunakan Rebound Hammer. |
| Rajah 4.15 | Prestasi garis getak pada struktur tiang menggunakan Rebound Hammer |
| Rajah 4.16 | Lebar Retak dan Kekuatan Mampatan Struktur Tiang Menggunakan Rebound Hammer |
| Rajah 4.17 | Lebar Retak Berbanding Kekuatan Mampatan Struktur Tiang Menggunakan Rebound Hammer |
| Rajah 4.18 | Prestasi Garis Getak Pada Struktur Lantai Menggunakan Rebound Hammer |
| Rajah 4.19 | Lebar Retak dan Kekuatan Mampatan Struktur Lantai Menggunakan Rebound Hammer |
| Rajah 4.20 | Lebar Retak Berbanding Kekuatan Mampatan Struktur Lantai Menggunakan Rebound Hammer |
| Rajah 4.21 | Lebar Retak dan Kekuatan Mampatan Struktur Rasuk Menggunakan Rebound Hammer. |
| Rajah 4.22 | Lebar Retak Berbanding Kekuatan Mampatan Struktur Rasuk Menggunakan Rebound Hammer |
| Rajah 4.23 | Prestasi Unit Rumah Pada Elemen Dinding (UPV) |
| Rajah 4.24 | Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV |
| Rajah 4.25 | PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV |
| Rajah 4.26 | Kolerasi Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV |
| Rajah 4.27 | Kolerasi PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV |
| Rajah 4.28 | Lebar Garis Retak dan PV Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV |
| Rajah 4.29 | Kolerasi PV dan Lebar Garis Retak Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV |
| Rajah 4.30 | Prestasi Unit Rumah Pada Struktur Tiang (UPV) |
| Rajah 4.31 | Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV |
| Rajah 4.32 | Kolerasi Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV |
| Rajah 4.33 | Kolerasi Lebar Garis Retak dan PV Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV |
| Rajah 4.34 | PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV |
| Rajah 4.35 | Kolerasi PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV |

| | |
|------------|---|
| Rajah 4.36 | Kolerasi PV dan Lebar Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV |
| Rajah 4.37 | Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV |
| Rajah 4.38 | PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV |
| Rajah 4.39 | Kolerasi Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV |
| Rajah 4.40 | Kolerasi PV dan Lebar Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV |
| Rajah 4.41 | PV dan Lebar Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV |
| Rajah 4.42 | Kolerasi PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV. |
| Rajah 4.43 | Kolerasi Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV |
| Rajah 4.44 | Kolerasi PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV |
| Rajah 4.45 | Kolerasi PV dan Lebar Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV |
| Rajah 4.46 | Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV |
| Rajah 4.47 | PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV |
| Rajah 4.48 | PV dan Lebar Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV |
| Rajah 5.1 | Taburan garis retak pada setiap elemen struktur unit rumah. |
| Rajah 5.2 | Prestasi Rumah Pasca Pengubahsuaian |
| Rajah 5.3 | Skor markah berbanding saiz lebar retak. |

SENARAI SINGKATAN

| | |
|-------------|---|
| ASTM | <i>American Society for Testing and Materials</i> |
| BARS | <i>Building Assessment Rating System</i> |
| BCA | <i>Building Condition Assessment</i> |
| BS | <i>British Standard</i> |
| CIDB | <i>Construction Industry Development Board Malaysia</i> |
| CIOB | <i>The Chartered Institute of Building</i> |
| CONQUAS | <i>Construction Quality Assessment System</i> |
| EN | <i>European Standard</i> |
| IKR | Indeks Kecacatan Rumah |
| JKR | Jabatan Kerja Raya |
| KPKT | Kementerian Kesejahteraan Bandar, Perumahan dan Kerajaan Tempatan |
| Matrik CSPI | <i>Condition Survey Protocol (CSP) 1 Matrix</i> |
| MBSA | Majlis Bandaraya Shah Alam |
| MPKS | Majlis Perbandaran Kota Samarahan |
| MS | <i>Malaysian Standard</i> |
| NOT | <i>Non-destructive Test</i> |
| PBN | Pihak Berkuasa Negeri |
| PBT | Pihak Berkuasa Tempatan |
| PSP | <i>Principal Submitting Person</i> |
| QLASSIC | <i>Quality Assessment System in Construction</i> |
| RICS | <i>Royal Institution of Chartered Surveyors</i> |
| SIRIM | <i>Scientific and Industrial Research Institute of Malaysia</i> |
| SMS | sistem pesanan ringkas |
| SRH | <i>Schmidt rebound hammer</i> |
| TPATA | Tatacara Pengurusan Aset Tak Alih Kerajaan |
| UiTM | Universiti Teknologi MARA |
| UK | United Kingdom |
| UPV | <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> |

SENARAI LAMPIRAN

| | | |
|--------------|---|-----|
| Lampiran 1 | Laporan Awal Kerosakan Struktur Bangunan (JKR) | 292 |
| Lampiran 2.1 | Borang A: Borang Soal Selidik Pemilik Rumah | 298 |
| Lampiran 2.2 | Borang B: Borang Pemeriksaan Secara Visual | 302 |
| Lampiran 2.3 | Borang C: Borang Pemeriksaan Struktur Konkrit - NDT | 303 |
| Lampiran 3.1 | Impak Prestasi Rumah | 304 |
| Lampiran 3.2 | Keselamatan | 306 |
| Lampiran 3.3 | Punca Kecacatan | 308 |
| Lampiran 3.4 | Pengamal Binaan | 311 |
| Lampiran 3.5 | Kepuasan | 314 |
| Lampiran 4.1 | Skor Pemeriksaan Visual (CPS 1/BCA) di TDI | 316 |
| Lampiran 4.2 | Skor Pemeriksaan Visual (CPS 1/BCA) di TSI | 317 |
| Lampiran 4.3 | Skor Pemeriksaan Visual (CPS 1/BCA) di UV | 318 |
| Lampiran 4.4 | Skor Pemeriksaan Visual (CPS 1/BCA) di TBJ | 319 |
| Lampiran 4.5 | Skor Pemeriksaan Visual (CPS 1/BCA) di MG | 320 |
| Lampiran 5 | Ringkasan Eksekutif Ujian NDT | 321 |

Universiti Utara Malaysia

BAB SATU

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Seringkali pembeli rumah menyedari bahawasanya terdapat pelbagai masalah selepas penerimaan kunci rumah atau *hand over* daripada pemaaju perumahan seperti kemasam jubin lantai berongga, permukaan dinding mengelupas, banyak garis retak dan siling bocor. Ada kalanya, pembeli terpaksa mengeluarkan kos tambahan yang tinggi untuk memperbaiki rumah yang baharu dibeli. Pembeli sering kali teraniaya dengan sikap pemaaju yang mengakui sebagai pembekal, dalam masa yang sama tidak melaksanakan tanggungjawab apabila pembeli menuntut hak mereka (Muhamad Husni, Mohd Solahuddin & Azam, 2012). Dalam konteks alam bina di Malaysia, pemeriksaan dan penilaian prestasi bangunan semakin berkembang pesat, oleh itu pemeriksaan bangunan merupakan komponen utama yang menyokong objektif penilaian prestasi bangunan tersebut.

Melalui Laporan Tahunan Tribunal Perumahan dan Pengurusan Strata, Kementerian Kesejahteraan Bandar, Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT) telah melaporkan sebanyak 304 kes teknikal (27.1 %) telah didaftarkan pada tahun 2016. Terdapat lapan

kategori kecacatan atau kerosakan utama dengan kes keretakan pada dinding dan struktur binaan iaitu sebanyak 58 kes (5%), kerosakan struktur dan elemen 68 kes (6%), kebocoran paip atau tangki sebanyak lima kes (1%), kesan air atau *watermark* pada dinding atau siling 25 kes (2%), saiz pintu serta tingkap tidak seragam, kemasan yang tidak mengikut spesifikasi sebanyak 30 kes (3%), masalah jubin seperti *hollow*, warna, *crack*, *lippage* dan lain-lain sejumlah 97 kes (9%), manakala masalah elektrik pula sebanyak enam kes (1%) serta masalah mekanikal pula mencatat tujuh kes (1%) (KPKT, 2016). Maklumat ini dapat menyokong rungutan pemilik rumah bahawasanya memang wujudnya pelbagai masalah atau isu selepas penyerahan kunci.

Kerja-kerja pemeriksaan bangunan merupakan suatu bidang tugas khusus yang telah lama diamalkan di Eropah seperti United Kingdom dan juga di Amerika Syarikat (Marshall & Dann, 2005). Kepentingan fungsi, kelebihan komponen dan kemudahan bangunan yang terdapat di dalam sesebuah rumah bagi menyokong fungsinya merupakan perbezaan utama bagi setiap jenis dan kategori rumah atau bangunan yang telah diubahsuai. Keunikan setiap unit rumah yang diubahsuai dapat dilihat setelah ia diduduki. Pada fasa ini Nasir, Che-Ani, Surat, Tawil dan Abdullah (2010) menyatakan isu berkenaan penyelenggaraan rumah mula timbul terutamanya apabila rumah telah dipenuhi dengan barang-barang dan perabot. Ini kerana kadar pembebanan yang tidak seimbang atau berlebihan pada struktur utama mengakibatkan kepincangan berlaku terhadap fungsi sesebuah ruang seperti ruang dapur, ruang tandas, bilik tidur dan anjung kereta, seterusnya tahap kesediaan ruang mengikut rekabentuk seringkali dibangkitkan kerana berlaku keretakan pada beberapa elemen rumah.

Dalam kitar hayat penyelenggaraan, terdapat beberapa peringkat kerja pemeriksaan bangunan yang diperlukan bagi memastikan status fizikal bangunan berkenaan, manakala teori penilaian bangunan turut menekankan aspek pemeriksaan bangunan berdasarkan kepada tahap dan petunjuk prestasi yang bersesuaian. Terdapat beberapa piawaian penilaian bangunan sedia ada yang biasa digunapakai di beberapa negara, seperti di Malaysia, piawaian daripada Jabatan Kerja Raya (JKR), *Scientific and Industrial Research Institute of Malaysia (SIRIM)*, *Quality Assessment System in Construction (QLASSIC)* yang diperkenalkan oleh *Construction Industry Development Board Malaysia (CIDB)* dan piawaian *Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS)* digunapakai, manakala di Singapura menggunakan *Construction Quality Assessment System (CONQUAS)*. Kebanyakan negara didunia termasuk Malaysia menggunakan piawaian *American Society for Testing and Materials (ASTM)* serta *British Standard (BS)* sebagai rujukan bagi membangunkan rangka kerja konsep penilaian prestasi bangunan. Berpandukan piawaian-piawaian tersebut maka, Adi Irfan, Azimin dan Kamarul Afizi (2011) telah mengumpul, mengenalpasti panduan dan kaedah membangunkan kriteria pemeriksaan bangunan selaras dengan objektif penilaian prestasi iaitu tahap keberkesanan. Objektif utama kriteria pemeriksaan yang ingin dicapai adalah untuk membolehkan pemeriksa menghadkan masa di lokasi pemeriksaan, namun ia masih menepati piawaian sebagaimana digariskan oleh *Malaysian Standard (MS)*.

Secara prinsip, terdapat lima ciri objektif utama yang juga dikenali sebagai SMART iaitu *specific* (spesifik), *measurable* (boleh diukur), *achievable* (boleh dicapai), *reasonable* atau *reliable* (munasabah) dan *time* (tempoh masa). Sehubungan dengan itu, Adi Irfan et al. (2011) telah membangunkan dan memperkenalkan *Condition Survey*

Protocol (CSP) 1 Matrix (Matrik CSP1) sebagai alat pengukur prestasi bangunan. Ia dibangunkan berdasarkan kesesuaian dan keperluan sistem terkini. Pengukuran ini merupakan kaedah penilaian prestasi keadaan bangunan berasaskan kaedah pemeriksaan visual.

Rentetan daripada inovasi kaedah pemeriksaan penilaian prestasi yang diperkenalkan oleh Adi Irfan et al. (2011) iaitu *Condition Survey Protocol (CSP) 1 Matrix (Matrik CSP1)* maka kaedah ini dipilih untuk digunapakai dalam pendekatan kajian yang berbentuk penerokaan ini. Objektif utama pendekatan kajian adalah bertujuan untuk mengenalpasti dan menilai prestasi rumah pasca pengubahsuaian. Ia dijadikan sebagai subjek utama dan ujian tanpa musnah (*non-destructive test*) sebagaimana digunapakai di dalam piawaian *American Society for Testing and Materials (ASTM)*, *European Standard (EN)* dan *British Standard (BS)*, ia adalah pelengkap untuk pengesahan nilai prestasi rumah dalam bentuk penomboran matematik.

Sehubungan itu, matlamat dan objektif kajian lebih memberi fokus kepada andaian berdasarkan persepsi *prima facie* penulis. Ini berlaku setelah pengkaji mendapat keluhan daripada kebanyakan pemilik rumah semasa tinjauan dilapangan, iaitu '*...terdapat beberapa kesan keretakan pada elemen dinding dan struktur lantai rumah pasca pengubahsuaian dilakukan*'. Pernyataan pemilik rumah ini dijadikan sandaran untuk melanjutkan kajian ini. Situasi ini selari dengan pendapat Preiser dan Vischer (2005) berdasarkan model sistem maklum balas asas beliau iaitu pengamal binaan disetiap fasa kitaran hayat bangunan merupakan pemangkin bagi mengenalpasti kriteria pemeriksaan dan meningkatkan kualiti pembinaan. Oleh itu, ringkasan

metodologi dan rangka kerja kajian yang menggambarkan skop kajian telah dikenalpasti di dalam isi kandungan bab ini.

1.2 Alasan Kajian

Hasil perbincangan pengkaji dengan pelbagai pihak yang terdiri daripada parajurutera, ahli akademik, jurukur bangunan dan Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) yang berkenaan serta beberapa orang pemilik rumah didapati bahawa wujudnya sikap kurang peka sebahagian daripada pengamal binaan terhadap impak akhir yang bakal dihadapi oleh pemilik rumah dan kesan kepada fizikal rumah berkenaan. Ini kerana menurut Taival, D. (2007) bahawa wujudnya pengabaian beberapa aktiviti kelestarian dalam proses pengubahsuaian rumah yang mengakibatkan prestasi rumah terjejas atau prestasi bangunan yang rendah dan tidak cekap serta boleh memberi impak negatif terhadap industri pembinaan. Situasi ini bukan hanya melibatkan peningkatan kos operasi secara pukal, ia juga turut menyumbang kepada ketidakselesaian penghuni, timbulnya masalah kesihatan pada penghuni serta menyumbang kepada tahap produktiviti yang rendah.

Atkinson (1999) berpendapat bahawa bagi menjamin sesebuah bangunan bersejarah itu selamat untuk diduduki serta bebas daripada kerosakan maka sewajarnya pemeriksaan berkala dilakukan dan seterusnya menjalankan kerja tindakan susulan untuk merawat kerosakan serta menyelenggara bangunan bersejarah berkenaan. Maksud pernyataan Atkinson adalah sinonim dengan objektif kajian iaitu perlunya mengenalpasti prestasi struktur asal dan struktur rumah pasca pengubahsuaian rumah.

Penilaian integriti struktur adalah suatu proses untuk menentukan sama ada struktur sedia ada itu mampu membawa beban semasa dan beban jangkaan pada masa hadapan serta memenuhi tugas-tugas untuk tempoh jangka hayatnya (Rucker, Hiller & Rohrmann, 2006). Tugas utama penilaian adalah untuk memastikan bahawa struktur atau sebahagian daripada struktur tidak gagal fungsinya maka, kajian ini adalah bertepatan dengan isu semasa.

Dua kaedah penilaian ukur kondisi perku dilakukan iaitu *Condition Survey Protocol CSP* (Protokol 1) iaitu pemeriksaan secara visual akan menggunakan Indeks Kecacatan Rumah (IKR) (Adi Irfan et al, 2011) dan *Building Condition Assessment* (BCA) (JKR, 2014) manakala, Protokol 2, Ujian Bukan Pemusnah (*Non-destructive Test [NDT]*) (BS 1881, 1986) akan dijadikan asas penilaian untuk mendapatkan prestasi rumah berkenaan. Kedua-dua kaedah penilaian ini perlu dijalankan serentak, berbanding kajian penyelidikan sebelum ini yang hanya menggunakan satu kaedah penilaian sahaja iaitu CSP1, sebagaimana kumpulan penyelidikan yang diketuai oleh Adi Irfan Che-Ani semasa membentuk IKR tersebut.

Manakala kaedah pemeriksaan NDT hanya dijalankan di makmal-makmal sahaja oleh pengkaji sebelum ini, iaitu ia digunakan untuk menguji kekuatan sampel struktur yang telah direkabentuk dan dikawal keadaanya mengikut objektif kajian di makmal, sebagaimana kajian oleh Faezehossadat, Mahmood Akbari & Syed M. Jamal (2016) yang hanya menguji sampel kekuatan kiub konkrit berusia 28 hari di makmal. Ini bermakna kekuatan sebenar konkrit pada struktur bangunan tidak dapat dikenalpasti.

Pengkaji mengabungkan kedu-dua kaedah tersebut, ia bertujuan untuk mendapatkan ketepatan anggaran yang dilakukan oleh kaedah IKR berbanding keputusan kaedah penilaian kedua yang akan memaparkan bacaan nilai didalam bentuk digital oleh peralatan kejuruteraan berkenaan.

Ini kerana pengubahsuaian yang tidak terancang dan dikawal oleh kehendak Akta 133 dan Undang-undang Kecil Bangunan Seragam 1984 (UKBS) akan mendatangkan masalah kepada atmosfera setempat, ini kerana “....tiada seseorangpun boleh mendirikan sesuatu bangunan tanpa mendapat kebenaran bertulis daripada PBT”. Manakala Seksyen 70 (16) (b) (Malaysia, 2003) pula menyifatkan sebagai mendirikan sesuatu bangunan jika menambah atau mengubah mana-mana bahagian sedia ada. Sehubungan itu, pemilik bangunan dan pengamal binaan mestilah mematuhi semua peraturan ditetapkan didalam proses pembinaan walaupun hanya mengendalikan projek pengubahsuaian berskala kecil.

Impak kemerosotan atau kecacatan rumah pasca pengubahsuaian boleh menyumbang kepada kerosakan kekal dan memerlukan pembaikan segera apabila ia tidak dihiraukan, *prevention is better than cure* atau pencegahan adalah lebih baik daripada mengubati adalah sangat bertepatan dengan senario ini.

1.3 Permasalahan Kajian

Implikasi kecacatan pada rumah pasca pengubahsuaian mungkin dianggap isu terpencil oleh masyarakat Malaysia, ini kerana pengkaji menemui petunjuk bahawa wujudnya sikap sambil-lewa kedua-dua pihak iaitu pengamal binaan dan pemilik

rumah, sama ada ia berlaku secara tidak sengaja atau disedari. Umumnya masyarakat kurang pendedahan berhubung ilmu teknikal dalam pembinaan dan penyelenggaraan rumah, melainkan mereka yang pernah mengikuti kursus-kursus berkaitan disiplin teknologi dan kejuruteraan awam di institusi-institusi pendidikan atau latihan kemahiran bertauliah.

Pengkaji cuba untuk mengangkat isu yang dianggap terpencil ini ke pengetahuan masyarakat kerana sebelum ini kedua-dua pihak hanya mengambil langkah untuk berdiam diri atau mungkin tidak ada saluran untuk mengetengahkan permasalahan tersebut bagi mendapatkan jalan penyelesaian.

Isu kekangan kewangan pemilik rumah merupakan faktor utama berlakunya beberapa pengabaian dalam kes pengubahsuaian rumah. Ia telah menyebabkan berlakunya pemilihan kontraktor yang tidak bertauliah, penggajian tenaga buruh binaan asing yang diragui tahap kemahiran dan pengalaman teknikal mereka, penggunaan bahan kurang berkualiti. Manakala mengabaikan keperluan permit Kebenaran Merancang daripada Pihak Berkuasa Tempatan merupakan fenomena biasa yang berlaku dalam masyarakat kita. Ini kerana pemilik rumah beranggapan bahawa mereka dapat menjimatkan kos penyediaan pelan struktur, kos bahan binaan, kos upah serta tidak memerlukan pelan pengubahsuaian rumah dan kos-kos yang berkaitan jika mereka menggunakan khidmat kontraktor yang tidak bertauliah.

Ia mendorong penyelidik untuk melaksanakan kajian berhubung prestasi rumah pasca pengubahsuaian bagi tujuan mendapatkan kepastian *prima fasie* kajian seperti isu

penguatkuasaan, kepuasan pembeli terhadap rekabentuk sedia ada, kualiti binaan, prestasi semasa rumah dan sebagainya.

1.3.1 Sukatan Pelajaran Akademik

Melalui pemerhatian pengkaji, terdapat sedikit lompang di dalam sukatan pelajaran akademik yang berkaitan dengan disiplin teknologi dan kejuruteraan awam. Silibus Diploma Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi MARA contohnya tidak memperuntukkan ilmu penyelenggaraan bangunan ataupun forensik bangunan di dalam mana-mana sukatan kursusnya. Silibus hanya memberi pendedahan penggunaan peralatan kejuruteraan untuk menguji spesimen di dalam makmal sahaja untuk tempoh dua jam dalam tempoh pengajian (FKA, UiTM, 2016). Keadaan ini mungkin juga berlaku pada mana-mana silibus institusi pendidikan lain di Malaysia.

1.3.2 Penguatkuasaan

Kebelakangan ini pelbagai isu-isu berkaitan kecacatan atau kerosakan permis berlaku. Kejadian anjung banglo runtuh sewaktu didalam pembinaan di Shah Alam (Utusan Malaysia, 2012), Dato Bandar Shah Alam, Datuk Mohd. Jaafar Mohd. Atan telah mengesahkan bahawa pemilik banglo berkenaan tidak mengemukakan pelan tambahan pengubahsuaian banglonya kepada Majlis Bandaraya Shah Alam (MBSA), maka dimanakah letaknya penguatkuasaan PBT dan kesedaran pengguna? Keperluan untuk mengemukakan permohonan bagi melakukan kerja-kerja pengubahsuaian yang hanya mengambil tempoh 24 jam untuk diluluskan (sekiranya permohonan mengikut piawaian yang ditetapkan) pun agak skar untuk dipatuhi oleh masyarakat.

Jika dibandingkan dengan kes di atas, Noor, Che-Ani, Tahir, Abdullah dan Surat (2010) mendapati keputusan hasil kajiannya bahawa hanya terdapat retak estetik pada rumah yang mempunyai kelulusan pelan bangunan bagi kerja-kerja sambungan dan ubahsuai. Mereka mengandaikan bahawa rekabentuk, kerja-kerja pembinaanya yang berkualiti dan telah diperakui oleh pihak bertanggungjawab.

Dalam industri hartanah binaan, antara pembuat keputusan yang utama ialah pemaaju, arkitek, kontraktor, PBT, pengurus projek, ahli akademik, pengguna dan klien adalah saling berkait dalam menyumbangkan perannya (Israelson & Hansson, 2009). Pengamal binaan untuk maksud kajian ini adalah pihak kontraktor dan perunding rekabentuk struktur bangunan.

1.3.3 Kepuasan Pemilik

Pengkaji membangkitkan isunya, kenapa hampir 82 peratus pemilik di skim perumahan melakukan pengubahsuaian hasil kajian Mahmud (2010)? Pendapat Alireza, Wan Hamidon & Siti Aminah (2013) menyokong pendapat Highfield (1987) iaitu pengubahsuaian perlu dilakukan kerana pihak pemaaju gagal mengambil kira keperluan semasa, manakala arkitek terbabit tidak melakukan kajian terperinci berhubung kehendak bakal pembeli, terutamanya bagi menyediakan keperluan ruang yang sempurna dan selesa. Ini kerana selagi ada kemahuan dan ketidakpuasan hati bagi mengidamkan rumah impian, selagi itulah fenomena pengubahsuaian rumah akan menjadi kegiatan utama pemilik rumah tersebut, dengan alasan rekabentuk asal rumah yang tidak sesuai (Mahmud, M. J. 2010), manakala Kazaz & Birgonul (2005)

menyatakan ramai pemilik tidak berpuas hati dengan kualiti rumah dan perkhidmatan yang telah disediakan.

Radzuan, Hamdan, Hamid dan Abdullah-Halim (2011) mendapati kelemahan ketara dalam sistem penilaian kondisi rumah ini adalah apabila pengamal binaan sedia ada tidak membenarkan pembeli rumah melakukan pemeriksaan sewaktu di peringkat pembinaan. Kesannya, pembeli terpaksa akur dan tinggal di dalam rumah yang cacat sewaktu rumah diserahkan milik atau hanya menunggu pemaaju memperbaiki kecacatan berkenaan mengikut jadual yang ditetapkan sebelum pembeli mengambil keputusan untuk berpindah masuk ke rumah baharu mereka.

1.3.4 Kualiti Pembinaan

Secara amnya, jika membincangkan tentang kualiti sesebuah rumah, ia merupakan sesuatu yang subjektif untuk menilai sama ada sesebuah rumah itu disifatkan berkualiti atau sebaliknya bergantung kepada aspek manakah sesuatu kualiti itu dilihat. Menurut Nurizan Yahaya (1998) terdapat tiga aspek klasifikasi kualiti perumahan iaitu ekonomi, sosial dan fizikal telah dikenalpasti. Aspek ekonomi, dilihat daripada sudut kemampuan pemilikan rumah berdasarkan jenis-jenis rumah dan kumpulan golongan sasaran iaitu berpendapatan rendah, sederhana atau tinggi. Kualiti rumah dilihat dalam aspek sosial, ia pula tertumpu kepada pengaruh cara hidup pengguna berkenaan, persepsi dan pengalaman pemilik. Ia lebih bersifat subjektif kerana melibatkan elemen insaniah itu sendiri. Manakala penentuan kualiti dalam aspek fizikal pula dinilai daripada persekitaran dan unit rumah itu sendiri. Komponen struktur, rekabentuk

ruang, bahan binaan, hasil kerja binaan dan persekitaran dijadikan sebagai kayu ukur kualiti sesuatu hasil kerja.

Azlinor dan Rozanah (2008) sependapat bahawa komponen-komponen berkenaan diukur secara kuantitatif melalui kefungisian ruang, ciri-ciri fizikal, hasil kerja dan penggunaan bahan yang baik, manakala Li (2008) menyatakan bahawa kegagalan dan kekurangan komponen-komponen tersebut akan menimbulkan ketidakpuasan hati pemiliknya.

Ishan, Adi Irfan, Norngainy, Mohd Zulhanif & Hafsah (2012) mendapati bahawa kualiti pembinaan rumah teres baru siap adalah rendah dan tidak mencapai standard yang boleh diterima. Beliau mendapati terdapat 2,119 kecacatan direkodkan pada 72 unit rumah teres di Bangi, Selangor. Isu ini akan memberi kesan jika pemilik melakukan pengubahsuaian rumah, ini kerana rumah berkenaan telah sedia ada mengalami kecacatan. Adi Irfan (2012) juga mendapati sebanyak 63 peratus daripada unit rumah teres baharu siap berada pada skala rosak-sederhana rosak. Kajian penerokaan melalui ulasan karya ini menunjukkan bahawa *prima facie* pengkaji berkenaan kerosakan rumah pasca pengubahsuaian mungkin berlaku dan memerlukan pemerhatian sewajarnya.

1.3.5 Pengubahsuaian Rumah

Anuar & Azlan (2011) juga telah mempersoalkan sejauh manakah pengubahsuaian berkenaan telah menepati kehendak kualiti dalam aspek kejuruteraan dan penilaian jika kebanyakan kerja-kerja pengubahsuaian menggunakan kontraktor kecil atau

tukang yang tidak berdaftar dengan mana-mana agensi binaan bertaualiah. Ia berbeza jika dibandingkan dengan khidmat yang ditawarkan oleh kontraktor-kontraktor binaan berdaftar yang umum sedia maklum bahawa mereka mempunyai pengalaman serta berkemahiran luas serta bertaualiah dalam ilmu pembinaan.

Ahmad (2004) menyatakan bahawa berlakunya kesilapan akibat kurangnya pengetahuan, kes penambahan bahan kuasa (seperti sistem penyaman udara) yang berlebihan menyebabkan kabel-kabel elektrik di litar akhir cepat panas seterusnya terbakar akibat berlakunya litar pintas, mutu kerja kontraktor yang buruk disebabkan oleh kekurangan pengalaman dan ketidakcekan buruh. Umumnya hanya beranggapan bahawa penemuan maklumat rekabentuk yang lewat dalam fasa pengubahsuaian hanya memberi impak berskala kecil berbanding pembinaan bangunan baharu (Azlan Shah & Kam, 2011), namun harus disedari ia tetap membawa kesannya yang tersendiri iaitu kecacatan yang lama-kelamaan akan mengakibatkan kerosakan berskala major.

Impak akhir yang negatif kepada pengguna ialah kerugian harta benda serta boleh mengundang kecederaan atau kematian, manakala impak terkesan kepada pemaaju dan kontraktor pula ialah hasil binaan ini akan menggambarkan kualiti kerja dan imej mereka itu sendiri (Ishan et al., 2012), manakala masalah kelewatan siap juga boleh berlaku (Hoffman, 1985), oleh itu secara tidak langsung ia menyebabkan pertambahan kos akan berlaku.

Kebanyakan rumah yang telah diubahsuai tidak dapat bertahan lama daripada aspek kualiti dan kecantikan estetikanya kerana berlaku kebocoran pada elemen bumbung,

saluran perpaipan tersumbat dan berlumut, dinding merekah, jubin lantai retak, tompokan lembab pada dinding dan sebagainya, secara tidak langsung ia akan mengurangkan nilai estatika hartanah, memaparkan kecacatan kepada rekabentuk fasad bangunan dan memberi kesan sampingan kepada unit kediaman bersebelahan (Mahmud, 2010) serta mempengaruhi nilai harga hartanah semasa.

Isu-isu di atas seharusnya dipandang serius oleh semua pihak terutamanya pemilik kediaman itu sendiri, ini kerana kerugian kekal hanya ditanggung oleh mereka selain pembaziran diluar jangkaan akan berlaku, maka pemeriksaan terhadap bangunan yang baharu siap haruslah dijalankan. Saranan ini adalah bagi memastikan binaan berkenaan menepati piawaian dan bebas daripada kecacatan. Namun begitu, masih kurang kajian yang dijalankan terhadap kualiti hasil daripada proses pengubahsuaian rumah, maka kajian penerokaan ini amatlah wajar dilakukan.

Oleh itu, dapat diandaikan bahawa faktor-faktor kekurangan kemahiran, kekurangan peraturan-peraturan khusus dan keterbatasan pengetahuan merupakan faktor-faktor halangan terhadap pengamal binaan (Mohd Nazaruddin Yusoff dan Kamarudin Mohd Nor, 20014), ia dianggap akan menyumbang kepada kecacatan rumah pasca pengubahsuaian. Penerapan konsep pengubahsuaian secara mapan adalah sukar untuk dicapai selagi pengamal binaan masih gagal untuk mengatasi faktor-faktor halangan tersebut secara serius.

1.4 Persoalan Kajian

Melalui sorotan kajian, didapati terdapat beberapa unit rumah di skim perumahan yang baharu siap mengalami masalah dalam aspek teknikal. Pada pandangan peggaji apakah mustahil rumah pasca pengubahsuaian bebas daripada sebarang kecacatan? Amalan pemeriksaan kondisi bangunan adalah bagi perumahan baharu siap amnya dilakukan pada peringkat pasca pembinaan (Forcada et al., 2011; Forcada, Macarulla, & Love, 2012) sebagaimana amalan piawaian oleh pihak CIDB (CIDB, 2006a).

Di Malaysia, kebanyakan pemaju melaksanakan penilaian pada unit rumah baharu berhubung prestasinya oleh QLASSIC sebelum mereka memohon kelulusan Perakuan Siap dan Pematuhan atau *Certificate of Completion and Compliance* (CCC) daripada Pihak Berkuasa Tempatan (PBT), manakala sistem CONQUAS pula digunakan di Singapura untuk situasi yang serupa. Apakah pula bentuk penilaian yang boleh diaplikasikan untuk rumah pasca pengubahsuaian bagi memastikan kualiti binaanya? Adakah wujudnya satu peraturan atau garis panduan yang perlu dipatuhi jika melakukan pengubahsuaian rumah oleh yang digariskan oleh pihak berwajib?

Pendekatan yang digunapakai dalam kajian penerokaan ini adalah bersandarkan kepada beberapa persoalan kajian yang telah dikenalpasti melalui kajian rintis dan temubual secara tidak formal bersama pemilik rumah dan ahli akademik iaitu:

- i. Apakah bentuk dan jenis-jenis kecacatan elemen struktur yang biasa terdapat pada rumah pasca pengubahsuaian itu akan menyumbang kepada faktor-faktor yang mempengaruhi prestasi struktur rumah kajian?

- ii. Adakah tahap kecacatan elemen struktur rumah pasca pengubahsuaian itu adalah selamat atau sebaliknya kepada pemiliknya?
- iii. Apakah tindakan yang perlu dilakukan oleh kedua-dua pihak berhubung prestasi rumah pasca pengubahsuaian sekiranya ia berprestasi kritikal?
- iv. Siapakah yang harus dipersalahkan jika berlakunya kecacatan pada struktur rumah pasca pengubahsuaian, pengamal binaan atau pemilik rumah?
- v. Apakah sumbangan kajian ini boleh menyumbang kepada pembangunan ilmiah dan pembangunan industri pembinaan?

1.5 Objektif Kajian

Objektif kajian telah dibentuk melalui permasalahan kajian, hipotesis kajian, pemerhatian pengkaji dan kajian rintis bersama ahli-ahli didalam bidang pembinaan. Ia adalah bagi mengenalpasti pemangkin kepada prestasi rumah pasca pengubahsuaian sama ada berada pada tahap terbaik atau sebaliknya.

Kajian ini menumpukan kepada tiga objektif utama iaitu:

- i. Menenalpasti faktor-faktor kecacatan yang berlaku pada rumah pasca pengubahsuaian.
- ii. Menilai prestasi rumah pasca pengubahsuaian menggunakan kaedah *Condition Survey Protocol CSP* (Protokol 1) dan Ujian Tanpa Musnah (*Non-destructive Test; NDT*) pada rumah pasca pengubahsuaian.
- iii. Merekabentuk rubrik bagi menilai prestasi garis retak pada struktur rumah pasca pengubahsuaian.

1.6 Hipotesis Kajian

Hipotesis dimaksudkan sebagai perumusan jawapan yang bersifat sementara tentang permasalahan tertentu dan diusahakan untuk mencari jawapan yang sebenarnya (Sulaiman, 2005, hlm.14), ia merupakan syak awalan hubungan antara satu pemboleh ubah dengan pemboleh ubah yang lain (Ayob, 2007, him. 60), ia juga dapat menerangkan sebab-sebab sesuatu pemboleh ubah bersandar atau pemboleh ubah tidak bersandar itu dipilih.

Berdasarkan kepada pernyataan masalah, objektif kajian dan persoalan kajian maka, keterangan berikut mendasari hipotesis kajian iaitu:

- i. Jenis-jenis kecacatan elemen struktur dan dinding pada rumah pasca pengubahsuaian berupaya mempengaruhi prestasi rumah sehingga menyebabkan kerosakan rumah.
- ii. Tahap kecacatan elemen struktur dan dinding pada rumah pasca pengubahsuaian merupakan penyumbang utama kerosakan rumah.
- iii. Kelestarian proses pengubahsuaian sukar untuk dicapai jika pemilik rumah dan pengamal binaan gagal mengatasi isu berbangkit.

Hipotesis yang dibentuk berdasarkan kepada dua persepsi, iaitu hipotesis nul dan hipotesis alternatif. Hipotesis nul dinyatakan dalam bentuk penafian (negatif) dan hipotesis alternatif dalam bentuk positif (Ayob, op. cit., hlm.141). Berikut merupakan pernyataan hipotesis yang telah dibentuk:

Hipotesis Nul (H_{01})

Bentuk dan jenis kecacatan pada beberapa elemen struktur dan dinding rumah pasca pengubahsuaian merupakan faktor kemerosotan prestasi rumah pasca pengubahsuaian.

Hipotesis Alternatif (H_1)

Kecacatan sifar pada elemen struktur dan dinding rumah pasca pengubahsuaian menggambarkan kelestarian dalam proses pengubahsuaian rumah.

Hipotesis Nul (H_{02})

Ketidaksefahaman antara pengamal binaan dan pemilik rumah merupakan faktor berlakunya kecacatan elemen struktur dan dinding rumah pasca pengubahsuaian yang mengakibatkan kemerosotan prestasi rumah pasca pengubahsuaian.

Hipotesis Alternatif (H_2)

Kesefahaman antara pengamal binaan dan pemilik rumah pasca pengubahsuaian merupakan faktor kejayaan kelestarian dalam proses pengubahsuaian rumah.

Hipotesis Nul (H_{03})

Akibat kesilapan pengamal binaan semasa proses rekabentuk, kemerosotan bahan dan pembinaan telah menyebabkan kemerosotan prestasi elemen struktur dan dinding rumah pasca pengubahsuaian.

Hipotesis Alternatif (H_3)

Keberkesanan tugas pengamal binaan dapat mengelakkan berlakunya kecacatan pada elemen struktur dan dinding rumah pasca pengubahsuaian.

Hipotesis Nul (H_{04})

Kemerosotan prestasi elemen struktur dan dinding rumah pasca pengubahsuaian yang sangat lemah dan diragui merupakan faktor halangan kelestarian dalam proses pengubahsuaian rumah.

Hipotesis Alternatif (H_4)

Elemen struktur dan dinding rumah pasca pengubahsuaian berprestasi sangat baik dan selamat telah menggambarkan keberkesanan kelestarian dalam proses pengubahsuaian rumah.

Hipotesis Nul (H_{05})

Ketidakpuasan pemilik rumah dengan kesan kecacatan pada elemen struktur dan dinding rumah pasca pengubahsuaian merupakan faktor halangan kelestarian dalam proses pengubahsuaian rumah.

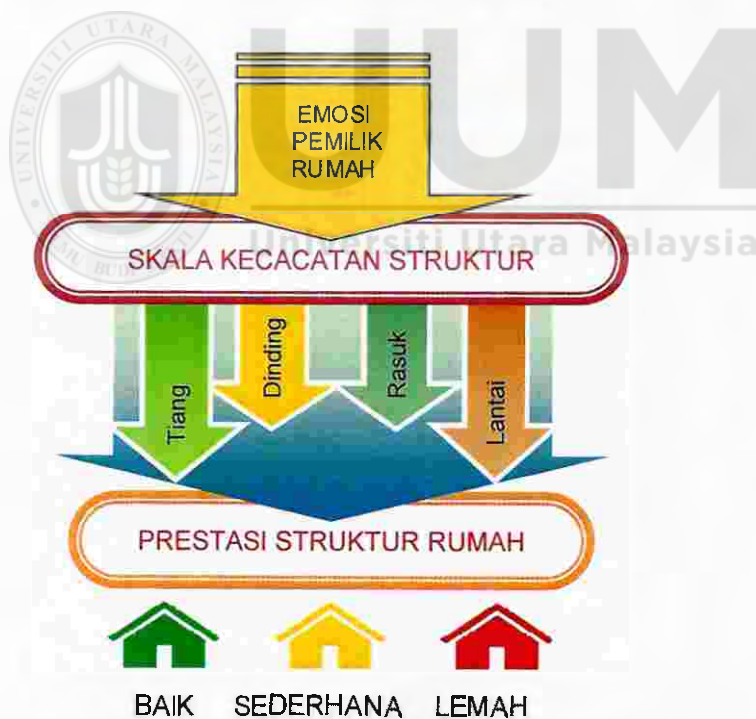
Hipotesis Alternatif (H_5)

Kepuasan pemilik rumah pasca pengubahsuaian merupakan faktor kejayaan kelestarian dalam pengubahsuaian rumah.

Kajian ini melibatkan kedua-dua pemboleh ubah tadi. Pemboleh ubah bersandar terdiri daripada prestasi elemen struktur rumah yang terlibat dalam pengubahsuaian rumah, manakala pemboleh ubah bebas adalah dikaji daripada aspek jenis-jenis dan tahap skala kecacatan rumah pasca pengubahsuaian hasil daripada komunikasi dua hala antara pemilik rumah dan pengamal binaan tersebut.

Matlamat kajian adalah untuk meneliti sejauh mana hubungan pemboleh ubah bebas terhadap pemboleh ubah bersandar berhubung prestasi rumah pasca pengubahsuaian. Tanpa pemboleh ubah bebas, adalah sukar untuk mengenalpasti isu-isu berbangkit berhubung kecacatan rumah pasca pengubahsuaian.

Rajah 1.1 menerangkan hubungan antara pemboleh ubah bersandar (*dependent variable DV*) jenis struktur rumah dengan pemboleh ubah bebas (*independent variables IV*) iaitu tahap kecacatan atau prestasi rumah. Emosi pemilik rumah akan menurun atau terganggu apabila rumah mereka berdepan dengan masalah kecacatan terutamanya jika melibatkan elemen struktur.



Rajah 1.1.

Kerangka Kajian Hubungan antara Elemen Struktur dengan Prestasi Rumah.
Sumber: Kajian Penyelidik (2018).

1.7 Metodologi Kajian

Kajian ini akan memberi fokus kepada beberapa faktor seperti berikut:

- i. Mengenal pasti dan mengkaji faktor-faktor mencabar dan mempengaruhi prestasi bangunan pasca pengubahsuaian dalam aspek perancangan, rekabentuk dan pelaksanaan proses pengubahsuaian rumah.
- ii. Meneliti kronologi proses pengubahsuaian yang merupakan pemangkin kepada faktor cabaran dan batasan prestasi rumah .
- iii. Menghasilkan kerangka proses penilaian prestasi rumah yang lebih mesra pengguna dan cekap.

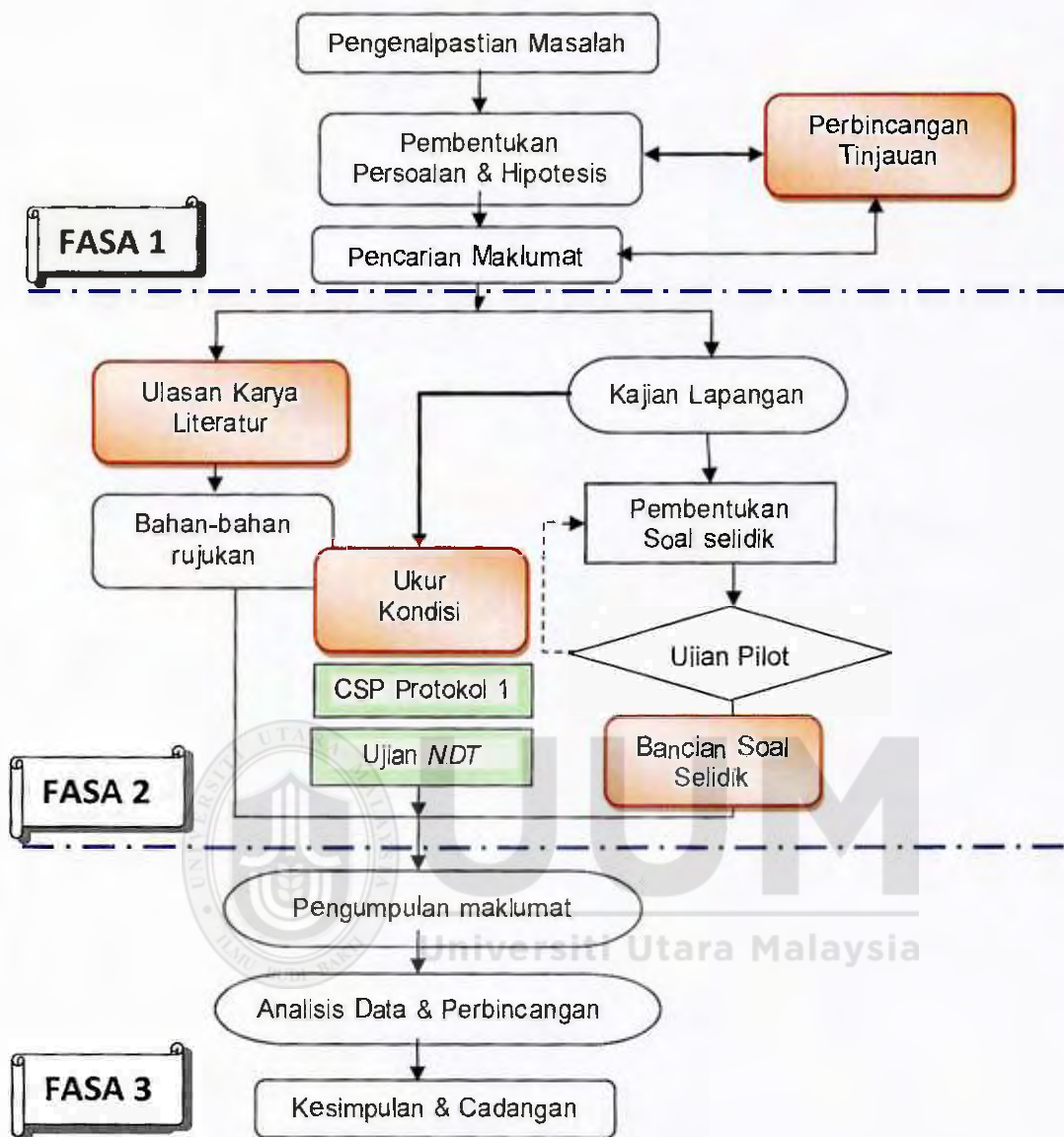
Naoum (1998), bagi memenuhi objektif penyelidikan, satu pelan tindakan bagi menjawab persoalan penyelidikan yang ditimbulkan iaitu melalui metodologi penyelidikan. Secara dasarnya, terdapat dua kaedah utama penyelidikan, iaitu kaedah penyelidikan kualitatif dan kuantitatif (Bryman & Bell, 2003). Penggunaan kedua-dua kaedah tersebut dalam satu penyelidikan adalah sesuatu yang sukar dilakukan. Ini kerana terdapat beberapa batasan dan kekangan yang perlu dihadapi penyelidik (Bryman & Bell, 2003; Creswell, 1994).

Namun, ini tidak bermakna kombinasi kedua-dua kaedah *mixed-method* atau *triangulation* tidak boleh digunakan dalam satu penyelidikan. Aplikasi kedua-dua kaedah bergantung kepada batasan masa, kemahiran penyelidik, kos dan saiz keseluruhan projek penyelidikan (Creswell, 1994).

Walau bagaimanapun penyelidik memilih kaedah campuran atau '*mixed-method*', ini memandangkan objektif kajian adalah untuk mengenalpasti asas punca berlakunya sesuatu dan akibatnya. Kajian kualitatif merupakan satu kajian penyelidikan yang amat bergantung kepada pandangan peserta atau responden, menanyakan soalan yang luas dan umum, mengumpul data dalam bentuk pernyataan dan ujikaji. Kajian kualitatif berbentuk '*grounded theory*' dipilih kerana pengalaman individu untuk membentuk teori kajian dan meyumbang kepada kajian berstatistik (Schostak, 2002).

Kajian kuantitatif adalah penyelidikan pendidikan yang memerlukan pengkaji memutuskan apa yang hendak dikaji, soalan yang khusus, skop kajian kecil, mengumpul data yang kuantitatif daripada peserta, menganalisa nombor-nombor tersebut menggunakan statistik dan menjalankan inkuiri dalam bentuk objektif yang tidak bias. Manakala masalah kajian dinyatakan dalam bentuk hipotesis (John, 2008).

Kajian kualitatif tersebut adalah menyokong kepada kajian kuantitatif penyelidik. Seterusnya dalam bab metodologi penyelidikan, ia menerangkan mengenai skop atau batasan kajian yang dilakukan, penetapan pemboleh ubah, teknik pengumpulan dan analisis data kajian yang sepadan. Rajah 1.2 memaparkan carta aliran metodologi kajian bermula daripada pengenalan masalah sehingga terbentuknya kesimpulan dan cadangan kajian.



Rajah 1.2
 Carta Aliran Metodologi Kajian
 Sumber: Kajian Penyelidik (2018).

1.8 Kepentingan Kajian

Matlamat kajian ini dilakukan adalah untuk memberi sumbangan kepada tahap pembangunan ilmiah yang akan digunapakai oleh ahli akademik di institusi-institusi pendidikan serta latihan kemahiran dan secara tidak langsung akan memberi sumbangan kepada pembangunan industri pembinaan di Malaysia khususnya.

Kajian ini dilakukan berlandaskan kepada kepentingannya seperti yang berikut:

- i. Pertama, kajian ini dapat meneliti dengan lebih mendalam berkaitan isu pengubahsuaian rumah, skala kecacatan rumah, tindakan yang perlu dilakukan sama ada penyelenggaraan rutin atau pembaikan. Ia dapat membantu pemilik rumah memahami prestasi rumah mereka.
- ii. Kedua, kajian ini dapat berkongsi pengetahuan dalam proses menilai prestasi struktur rumah dengan lebih mesra pengguna dan cekap dengan terhasilnya suatu kerangka proses penilain rumah.
- iii. Ketiga, hasil penyelidikan ini dilihat mampu membantu pihak pemaaju dan kontraktor untuk memastikan rumah yang dibina dapat memenuhi spesifikasi yang berkualiti. Akta Kemajuan Perumahan 1966 (Kawalan dan Pelesenan), Fasal 13 iaitu berhubung bahan-bahan dan kemahiran kerja hendaklah menepati perihalan dan Fasal 25 iaitu berhubung tempoh liabiliti kecacatan Secara langsung akan memenuhi keperluan Akta 118 (2008).
- iv. Keempat, kajian ini dapat membantu Pihak Berkuasa Tempatan untuk mengemaskini serta membuat penambahbaikan kepada peraturan sedia ada. Ia selari dengan saranan kerajaan yang menggalakkan pembangunan lestari dengan Dasar Teknologi Hijau yang telah dilancarkan kerajaan.
- v. Kelima, hasil kajian ini mampu untuk mewujudkan percambahan ilmu dalam bidang forensik bangunan, ia boleh diserapkan ke dalam silibus akademik disiplin teknologi dan kejuruteraan awam tentang kewajarannya untuk didalami. Walaupun kajian ini berbentuk penerokaan, namun sumbangannya amat bermakna kepada bidang pengetahuan (*contribution to the relevant knowledge*) dan juga memberi implikasi yang baru atau *novelty*.

1.9 Batasan Kajian

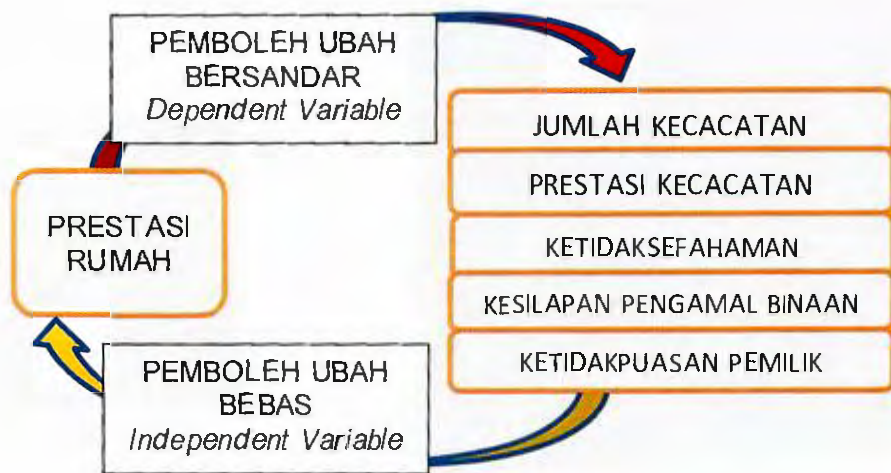
Kajian yang dijalankan ini menjurus kepada faktor berlakunya kecacatan yang menjadi pemangkin kepada prestasi rumah pasca pengubahsuaian. Kajian yang melibatkan fizikal rumah dan pemilik rumah sebagai responden. Kajian ini dilakukan bukan menyeluruh ke pelusuk negara kerana responden di dalam kawasan Majlis Perbandaran Kota Samarahan (MPKS), Sarawak telah boleh mewakili responden secara keseluruhannya, ini kerana ia merupakan kajian berbentuk penerokaan (Babbie, 2001; Othman, 2010).

Pemilihan responden untuk kaedah ukur kondisi dan bancian soal selidik adalah berdasarkan pemilik rumah dan rumah jenis di atas tanah iaitu selain hartanah jenis bertingkat atau *landed property* yang telah mengalami kecacatan pasca pengubahsuaian dalam tempoh sepuluh tahun kebelakang iaitu diantara tahun 2006 hingga 2015.

Khidmat kepakaran Jurutera Awam yang terdiri daripada para pensyarah Universiti Teknologi MARA (UiTM), Cawangan Sarawak, Kampus Samarahan 2, Sarawak juga diperlukan untuk menjalankan ukur kondisi agar keputusan yang diperolehi adalah lebih tepat dan diperakui.

Batasan skop penyelidikan diperlukan kerana adalah mustahil untuk sesuatu penyelidikan berupaya menerokai pelbagai aspek dalam suatu tempoh masa yang singkat. Melalui kaedah gabungan atau *mixed-method* kualitatif dan kuantitatif,

generalisasi yang dihasilkan hanya mencakupi subjek dan objek yang terlibat dalam struktur kajian sahaja.



Rajah 1.3

Faktor-faktor Mempengaruhi Prestasi Bangunan Pasca Pengubahsuaian

Sumber: Kajian Penyelidik (2018).

Dalam kajian ini (Rajah 1.3), kecacatan pada elemen-elemen rumah merupakan pemboleh ubah bebas (IV) yang terdiri daripada komponen-komponen yang telah dikenalpasti memberi impak kepada prestasi rumah iaitu:

- i. kecacatan pada bahagian permukaan elemen struktur yang terdedah kepada pancaran cahaya matahari, serangan serangga dan kelembapan;
- ii. kecacatan pada bahagian struktur utama rumah yang terlindung daripada pengaruh persekitaran dan;
- iii. kecacatan pada bahagian struktur konkrit rumah yang melibatkan dinding bata, besi tetulang dan konkrit (Ahmad, 2002). Akta Jalan, Parit dan Bangunan 1974 (Akta 133) (Malaysia, 2001), Undang-undang Kecil Bangunan Seragam 1984 (Malaysia, 2003), dan *British Standard* BS 1881 Bahagian 202 dan 203 (1986) akan digunapakai untuk kajian ini.

Pemboleh ubah dibahagikan kepada pemboleh ubah bersandar dan pemboleh ubah bebas mengikut peranan mereka dalam kajian ini. Pemboleh ubah bebas juga menunjukkan kesannya kepada pemboleh ubah lain (pemboleh ubah bersandar DV). Pemboleh ubah bebas (IV) dalam kajian ini ialah kecacatan struktur konkrit rumah pasca pengubahsuaian. Pemboleh ubah bersandar adalah pemboleh ubah yang diterangkan dan dinilai sebagai matlamat penyelidikan. Pemboleh ubah bersandar (DV) dalam kajian ini adalah petunjuk prestasi rumah pasca pengubahsuaian.

1.10 Faktor-faktor Cabaran dan Batasan Pengubahsuaian

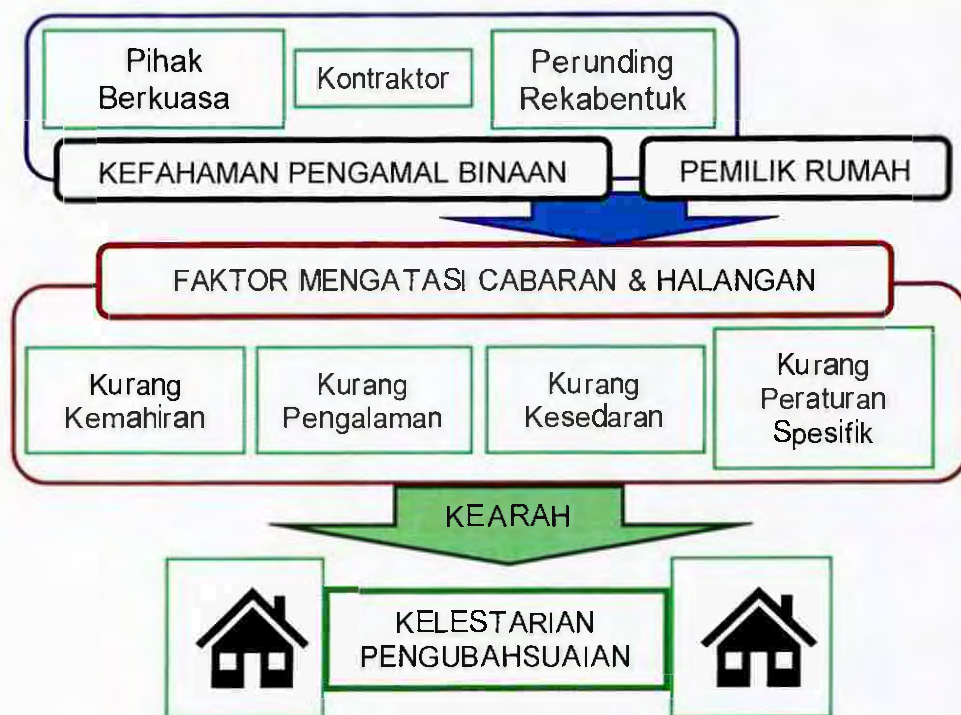
Faktor cabaran dan batasan didifinisikan sebagai, faktor adalah unsur atau sebab yang menyumbang kepada sesuatu hasil (Kamus Dewan, 2007), cabaran adalah sesuatu yang mencabar, menguji kemampuan dan ketabahan seseorang atau sesuatu organisasi (Kamus Dewan, 2007) atau cabaran adalah seperti mengajak orang lain untuk bersaing ke arah satu tujuan yang sama (*Collins English Dictionary*, 2008) manakala batasan pula merupakan sempadan atau sesuatu yang menyekat (Kamus Dewan, 2007).

Ini bermakna secara ringkasnya faktor cabaran dan batasan membawa maksud penyebab yang menyumbang kepada kemampuan sesuatu pihak untuk bersaing ke arah satu tujuan yang sama tetapi terdapat suatu sempadan yang menyekat hasrat berkenaan. Hal ini dapat menguji kemampuan golongan terlibat dalam penghasilan sesuatu tugas, contohnya projek pengubahsuaian yang lestari.

Daripada sudut kajian, faktor yang memberikan cabaran serta membatasi kepada praktis pembinaan atau pengubahsuaian adalah dari aspek kemahiran, peraturan spesifik, kesedaran dan pengetahuan iaitu semua faktor ini harus ditanggung oleh pengamal binaan. Pengamal binaan untuk maksud kajian ini iaitu perunding, kontraktor, Pihak Berkuasa Tempatan dan juga ahli akademik. Rajah 1.4 menunjukkan hubungan atau peranan pengamal binaan terhadap kelestarian pengubahsuaian yang dipengaruhi oleh faktor-faktor cabaran dan halangan terhadap impak akhir kepada pemilik atau *end users*.

Pengamal binaan ialah golongan yang terlibat secara terus dalam pembinaan, merupakan pemangkin kepada cabaran dan batasan yang wujud serta memberikan kesan secara langsung kepada mereka. Menurut McCauley, Ruderman, Ohlott dan Morrow (1994), cabaran dan juga batasan akan menghasilkan pengalaman kepada individu seterusnya meningkatkan peluang untuk mempelajari sesuatu yang baharu, manakala individu yang berjaya melepasi cabaran secara positifnya akan menyebabkan peningkatan kepada keupayaan dirinya (Maurer & Taruli, 1994).

Reffat (2004) menyatakan cabaran dan batasan pada masa kini adalah cara untuk menghasilkan kelestarian pembinaan dengan menggunakan tenaga secara minimum, pencemaran yang minimum, kos tenaga yang rendah, meningkatkan keselesaan, kesihatan dan selamat diduduki oleh manusia yang berada di dalamnya.



Rajah 1.4

Hubungan Kesefahaman Pengamal Binaan dan Pemilik Rumah Mempengaruhi Faktor Cabaran dan Halangan Kelestarian Pengubahsuaian Rumah.

Sumber: Kajian Penyelidik (2018).

Oleh itu, cabaran serta batasan yang timbul ini menjadikan pengamal binaan lebih bertanggungjawab dan berkeyakinan untuk mengamalkan pembinaan yang lestari. Secara tidak langsung pengamal binaan mula memperbaiki kelemahan serta menghasilkan sesuatu yang baharu dalam praktis pembinaan.

Kepentingan kajian ini adalah sebagai panduan awal kepada pemilik rumah sebelum bekerjasama. Kualiti rumah adalah penting kerana ia juga dikaitkan dengan kualiti hidup penduduk (Nurizan, 1998), juga untuk memberi gambaran atau panduan kepada pengamal binaan dalam menimbang beberapa faktor berkaitan proses pengubahsuaian agar ia tidak memberi impak negatif pasca pengubahsuaian kepada pemilik rumah berkenaan serta bagi mengenalpasti masalah yang bakal timbul. Memberi gambaran

kepada pihak pemaju, kontraktor dan agensi kerajaan terhadap kecacatan utama pembinaan rumah.

Kerangka kerja kelestarian pengubahsuaian ini bertujuan untuk mengenalpasti jenis dan skala tahap kecacatan rumah pasca pengubahsuaian. Ia juga bagi memastikan prestasi yang lebih baik dapat dicapai pada fasa semasa dan selepas proses pengubahsuaian dijalankan dan bagi mengelakkan pembaziran dan aspek masa serta kewangan yang telah dilaburkan untuk memberikan lebih impak kepuasan.

Kajian ini dijalankan untuk mengelakkan kejadian seperti keruntuhan bangunan atau situasi bangunan yang digunakan adalah dalam keadaan tidak selamat. Hasil kajian ini boleh digunapakai sebagai panduan dan rujukan dalam bidang akademik atau kepada pihak yang berkaitan dalam pengubahsuaian, penyelenggaraan dan baikpulih bangunan (Ahmad, 2002).

Nasir et al. (2010) menyatakan apabila keadaan fizikal bangunan dapat dikenalpasti prestasinya maka, keperluan untuk penyelenggaraan atau pembaikan akan menjadi lebih jelas dan mudah untuk diuruskan. Menurutnya, pemeriksaan bukan sahaja memastikan tahap kebolehhidmatan dapat dicapai tetapi turut mengetahui aspek fungsi dan rekabentuk yang menyumbang kepada kepuasan pelanggan.

Situasi diatas selari dengan pendapat (Neville & Brooks, 2012) yang menyatakan rekabentuk konkrit (*concrete design*) dan situasi di tapak bina memainkan peranan utama. Walaupun umum sedia maklum bahawa simen dihasilkan di kilang dalam pelbagai jenis dengan kawalan kualiti tertentu namun ia ia tetap bergantung kepada

rekabentuk konkrit dan pengendalinya. Penghasilan konkrit bermula daripada perolehan bahan mentah, pengangkutan, penuangan dan pemadatan amat mempengaruhi produk yang dihasilkan maka, kecekapan, arif tentang sifat-sifat konkrit, pengolahan bahan dan cara bancuhan perlu dikuasai oleh perekabentuk dan penentu spesifikasi. Ini kerana, ia mempengaruhi potensi kualiti konkrit, selain kecekapan kontraktor dan pembekal yang akan menentukan kualiti sebenar konkrit pada sesuatu struktur yang telah siap. Ditegaskan bahawa walaupun bahan-bahan untuk menghasilkan konkrit yang baik adalah sama tetapi perbezaanya terletak kepada kepakaran pengendalinya iaitu semasa bancuhan dan proses pembinaan.

Industri pembinaan dan sektor swasta memainkan peranan penting dalam menjaga kekayaan dan memperbaiki kualiti hidup rakyat Malaysia. Industri pembinaan bukan hanya menyediakan peluang pekerjaan malah mewujudkan kesan berganda kepada industri lain, termasuk perkilangan, perkhidmatan kewangan, perkembangan bidang keilmuan dan juga perkhidmatan profesional.

1.11 Rumusan Bab

Bab satu merupakan latar belakang atau gambaran kepada matlamat penyelidikan dan kandungan laporan penyelidikan secara ringkas. Ia memaparkan alasan kajian dan pernyataan masalah yang membolehkan pengkaji membentuk hipotesis kajian beserta persoalan kajian sebelum membentuk objektif kajian.

Topik pengubahsuaian rumah dipilih kerana terdapat beberapa isu yang membentuk faktor-faktor cabaran dan batasan sama ada dipihak pengamal binaan atau pemilik rumah. Ini kerana kelestarian pengubahsuaian rumah mampu memberi impak positif

kepada prestasi struktur rumah khasnya. Pengamal binaan berperanan untuk memangkinkan kualiti pengubahsuaian rumah dengan mengurangkan masalah yang timbul antara pengamal binaan dan pemilik rumah. Ia bagi mendekatkan jurang jika wujudnya halangan ketidakpastian dalam proses mengendalikan pengubahsuaian rumah berbanding mengendalikan projek pembinaan baharu.

Ini kerana metodologi penilaian ukur kondisi akan memaparkan prestasi pengubahsuaian rumah dengan lebih tepat, ia bagi memberi gambaran dan kefahaman kepada pemilik rumah berhubung prestasi hartanahnya sama ada berada pada tahap sangat baik atau sebaliknya.



BAB DUA

ULASAN KARYA

2.1 Pengenalan

Ramai pengkaji dari pelbagai negara menyatakan bahawa industri pembinaan dikritik kerana terhadap output yang tidak cekap seperti projek melebihi bajet dan masa, produktiviti yang rendah, kualiti yang sangat teruk dan pelanggan tidak berpuashati (Chan, Chan & Ho 2003; Yasamis, Arditi & Mohammadi, 2002; Egan, 1998). Ini bermakna pengurusan kecacatan bangunan adalah penting untuk mencegah dan mengenalpasti isu kecacatan dengan mencari punca sebenar kecacatan bermula sama ada dari sebelum pembinaan dilaksanakan sehinggalah penyerahan kunci berlaku.

Ini kerana projek pembinaan merupakan proses yang berantailan iaitu output pembinaan bergantung kepada input awalnya dan seterusnya bagaimana input dan sumber berkenaan dijana untuk menghasilkan output yang dikehendaki. Cottrell (2006) melalui kajian beliau terhadap aspek produktiviti pekerja binaan, telah membuktikan bahawa terdapat satu hubungan yang kuat antara input dan output bagi sesebuah projek pembinaan.

Bab ini akan membincangkan karya-karya ilmiah terdahulu yang berkaitan dalam hal-hal pemeriksaan bangunan atau rumah, isu-isu pengubahsuaian rumah, indeks kecacatan rumah (IKR) serta kaedah ukur kondisi yang bersesuaian untuk menilai prestasi semasa sesebuah rumah.

Perbincangan ini bertujuan untuk menilai prestasi rumah pasca pengubahsuaian dalam mengenalpasti tahap kecacatan dan kegagalan rumah yang dialami oleh pemilik rumah. Ulasan karya daripada sumber literatur yang agak umum (kerana keterbatasan karya-karya terdahulu yang lebih ilmiah) ini digunapakai sebagai wadah dan hujah-hujah dalam kajian ini.

2.2 Pengubahsuaian

Pengurusan kualiti dalam konteks pembinaan bermaksud koordinasi komitmen sesebuah organisasi dalam mencapai kualiti dalam setiap peringkat kitaran hayat produk atau perkhidmatan bergantung kepada proses penghasilan sesebuah produk melalui pengurusan yang baik (Rosalind & Alan, 1994). Ia bermula daripada peringkat input idea sehinggalah ke penerimaan produk oleh pelanggan. Begitulah juga dalam aspek pengubahsuaian rumah yang memerlukan perancangan yang teliti dan betul agar prestasi struktur rumah asal tidak terjejas.

Pengubahsuaian (*modifications*, *refurbishment* atau *renovation*) rumah adalah merupakan suatu fenomena biasa di kawasan perumahan, sama ada rumah yang telah berusia malah terdapat juga segelintir pemilik rumah melakukan pengubahsuaian sebaik sahaja menerima Sijil Penyiapan dan Pematuhan atau *Certificate of Fitness*

(CF) /Certificate Completion and Compliance (CCC) untuk bangunan di Malaysia (Mahmud, 2010; Tipple, 2000; Azizah, 1998). Pengubahsuaian rumah dapat dikategorikan dari sekecil-kecil projek seperti mengecat kepada projek yang lebih terperinci seperti ubahsuai struktur kediaman tersebut.

Saleh, M. (2010) mentakrifkan pensijilan bangunan adalah dokumen bertulis yang dikeluarkan oleh Pihak Berkuasa Tempatan yang menyatakan bahawa bangunan atau kemudahan itu boleh diduduki atau digunakan sebagai mematuhi kehendak kod bangunan dan kesihatan awam. Sementara Ralph (2008) mentakrifkan pensijilan bangunan adalah dokumen yang menyatakan bahawa pemeriksaan telah mengesahkan bahawa projek itu dilaksanakan mengikut kod bangunan tempatan dan lain-lain peraturan telah dikuatkuasa.

Ini bermakna 'CCC' adalah sijil yang mengesahkan bahawa bangunan adalah selamat dan sesuai untuk pekerjaan dan sijil ini hanya akan dikeluarkan setelah sesuatu pembinaan itu mematuhi peruntukan undang-undang, pelan bangunan yang diluluskan dan juga syarat-syarat yang ditetapkan oleh PBT. Namun begitu bagi isu pengubahsuaian rumah, tidak ada sebarang keperluan untuk mendapatkan peniktirafan oleh kedua-dua pihak sama ada pemilik rumah atau pengamal binaan kerana tidak terdapat sebarang peruntukan digariskan oleh PBT untuk dipatuhi.

Akta Jalan, Parit dan Bagunan 1974 (Akta 133) seksyen 70 (16) (b) mentakrifkan pengubahsuaian sebagai mendirikan sesuatu bangunan jika ia menambah atau mengubah mana-mana bahagian sedia ada dengan melibatkan asas tapak baharu, binaan bumbung baharu atau separuh baharu, tambahan atas dinding sedia ada atau

di atas asas tapak sedia ada dan 70 (16) (h) membaharui atau membaiki mana-mana bahagian bangunan juga disifatkan sebagai pengubahsuaian (Malaysia, 2001). Namun begitu terdapat banyak kes diluar sana (masyarakat) berhubung pelanggaran keperluan perundangan di atas yang masih berlarutan hingga kini, dimanakah kekuatan akta tersebut dan adakah PBT bersikap sambil-lewa?

Pengubahsuaian ditakrifkan apabila terdapatnya sebarang kerja yang dijalankan terhadap bangunan sedia ada yang melibatkan peningkatan taraf tetapi masih mengekalkan kegunaan asalnya (*The Chartered Institute of Building [CIOB]*, 1987), kerja-kerja yang menggunakan semula bahagian bangunan yang boleh digunakan, merangkumi perubahan bahagian luar bangunan kepada baharu tanpa mengubah kegunaan asal (Marsh, 1983), merangkumi pemulihan, permodenan, perubahan, peningkatan, tambahan, pembaikan, pembaharuan tetapi tidak termasuk penyenggaraan domestik pembersihan dan penyenggaraan kecemasan (Quah, 1988).

2.2.1 Faktor Pengubahsuaian

Tiga faktor utama penyebab kepada permintaan projek pengubahsuaian iaitu disebabkan oleh personalisasi, keusangan dan kemerosotan bangunan. Menurut Anuar dan Azlan (2011) keusangan disumbangkan oleh faktor-faktor seperti perubahan fungsi bangunan, perubahan keadaan ekonomi, keputusan pelaburan, nilai estetik dan sejarah, perubahan teknologi, permintaan kepada imej baharu, keperluan perundangan dan ketahanan elemen bangunan. Manakala Mahmud, J. (2010) menyatakan proses mewujudkan personalisasi hasrat isi rumah berdasarkan

kemampuan menjadi keutamaan apabila berlakunya peningkatan pendapatan isirumah. Ia fenomena biasa dalam masyarakat kita di Malaysia

Mohd Saidin, Zakaria, Abdul Hakim dan Abdul Rahman (2011) di dalam bukunya menyatakan pada fasa rekabentuk adalah fasa yang sangat penting kerana ia dipengaruhi oleh aspek ekonomi, fungsi dan kualitatif. Ini kerana aspek ekonomi negara atau keluarga yang stabil semestinya menghasilkan bangunan yang berkualiti serta rekabentuk yang baik dan bernilai. Manakala Homby (2005) sependapat dengan Janssens (1991) iaitu rekabentuk didefinisikan sebagai sebuah lukisan berspesifikasi yang menerangkan skop dan sifat kerja pembinaan. Spesifikasi yang teratur dan lengkap sebagai input kepada output kualiti yang lebih baik.

2.2.2 Isu dalam Pengurusan Pembinaan

Menurut artikel Unit Perancang Ekonomi (2016) yang bertajuk Isu Dalam Pengurusan Projek Pembinaan dan Penambahbaikan telah menyenaraikan sebanyak enam isu teknikal yang sering berlaku dalam pelbagai peringkat, bermula daripada peringkat permulaan (sebelum) sehingga peringkat penyiapan (selepas).

Isu atau kelemahan dalam pengurusan projek pembangunan telah dikenalpasti di setiap peringkat pengurusan pembinaan. Isu atau kelemahan tersebut sering berlaku semasa peringkat awal perancangan lagi seperti keperluan pelanggan tidak jelas atau tidak lengkap, di peringkat rekabentuk pula berlaku maklumat tidak jelas, peringkat perolehan contohnya kontraktor kurang berpengalaman. Manakala di peringkat pembinaan pula banyak berlaku masalah koordinasi dan banyak kerja tambahan

diluar perancangan berlaku, peringkat penyiapan dan penyerahan, dan peringkat pembaikan kecacatan atau kerosakan serta penyenggaraan (KPKT, 2016). Isu berkenaan sedikit-sebanyak akan mempengaruhi kualiti sesuatu pembinaan.

Norazilan (2017) mentakrifkan pengurusan projek sebagai perancangan keseluruhan, pengawalan dan koordinasi sesuatu projek bermula daripada peringkat permulaan hingga peringkat penyiapan bagi memenuhi keperluan pelanggan dan memastikan projek tersebut disiapkan pada masa yang ditetapkan, dalam lingkungan kos dan juga kualiti kerja seperti yang diharapkan oleh pelanggan.

Samiah, Hamzah dan Zakaria (2012) menyatakan bahawa terdapat pelbagai halangan dalam memastikan kualiti pembinaan setara berdasarkan kos, namun tiga faktor ini amat mempengaruhi iaitu halangan kekurangan pengetahuan dipihak kontraktor, halangan kerjasama antara kontraktor dengan sub-kontraktor sukar diatasi dan halangan rekabentuk menyebabkan sistem pengurusan bermasalah.

Battikha (2003) menyarankan pengurusan projek yang berkesan, haruslah mempunyai saling interaksi antara pengurusan integrasi, pengurusan skop, pengurusan masa, pengurusan kos, pengurusan kualiti, pengurusan sumber manusia, pengurusan komunikasi, pengurusan risiko dan pengurusan perolehan. Kesemua bidang ilmu tersebut perlu diberi penekanan terutamanya pada pengurusan kualiti khususnya proses, sistem dan falsafah kualiti.

2.3 Garis Panduan dan Standard Pemeriksaan Bangunan

Selain daripada *British Standard* (BS) dan *European Standard* (EN), terdapat dua lagi garis panduan dan standard yang digunapakai untuk penarafan keadaan bangunan di Malaysia iaitu daripada Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR) dan Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (CIDB). Mereka adalah dua pemegang taruh (*stakeholder*) yang memainkan peranan utama dalam mengawal selia kemajuan industri binaan di Malaysia iaitu masing-masing bagi mengawal selia projek-projek kerajaan dan swasta. Manakala Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) dibawah Bahagian Penyelidikan dan Perundangan Teknikal, Jabatan Kerajaan Tempatan, Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT) juga mempunyai garis panduan tersendiri dalam mengeluarkan permit kerja ubahsuai.

2.3.1 Pemeriksaan Matrik CSP1

Ukur kondisi Protokol 1, adalah ditakrifkan sebagai pemeriksaan secara visual. Ukur kondisi pemeriksaan Matriks CSPI (Protokol 1) telah digunapakai didalam beberapa kajian di Malaysia antaranya, *The Development of Smart School Condition Assessment Based on Condition Survey Protocol (CSPI) Matrix: A Literature Review* oleh Hamzah et al. (2010) dan kajian oleh Ismail, Che-Ani, Tawil, Yahaya dan Abd-Razak, (2012) bertajuk *Pembangunan Indeks Kecacatan Rumah Bagi Perumahan Teres*. CSPI digunakan untuk menilai keadaan prestasi rumah.

Maksud pemeriksaan visual ialah penggunaan deria penglihatan sebagai medium penyiasat. Pemeriksa bangunan akan mencatat dan menilai hasil pemeriksaanya

menggunakan borang semak dan sebuah kamera digital dengan kemudahan zoom yang ringkas (Ahmad, R., 2004). Namun begitu terdapat beberapa peralatan sampingan lain untuk membantu memudahkan pengukuran digunakan seperti *crack comparator*, lampu suluh, *feeler gauges* (untuk mengukur lompang, celah dan retak kecil) dan pita ukur.

Tujuan menjalankan ukur kondisi adalah untuk menilai keadaan semasa rumah, ia bagi mengenal pasti tahap kecacatan rumah. Seseorang pemeriksa bangunan menurut Wordsworth (2011), Ingham (2009) dan Watt (2002), mestilah tahu membuat analisis tentang perkara-perkara asas seperti mengenalpasti kesan bagaimana kerosakan bangunan itu boleh menonjolkan sifat fizikalnya, mengenalpasti petanda bagaimana sesuatu kerosakan bangunan itu boleh berlaku, kaedah bagaimana sesuatu kerosakan bangunan itu boleh merebak, sifat bagaimana sesuatu kerosakan bangunan itu boleh mempengaruhi lain-lain elemen bangunan dan punca bagaimana sesuatu kerosakan bangunan itu bermula sama ada daripada satu sumber atau pelbagai sumber penyumbang lain.

Indeks Kecacatan Rumah (IKR) berpanduan CSPI boleh digunapakai untuk menentukan IKR keseluruhan bagi projek perumahan (Che-Ani et al., 2012). Metodologi penyelidikan terbahagi kepada dua proses utama iaitu pemeriksaan fizikal keadaan bangunan dan analisis data yang dikumpulkan. Indeks ini telah dibangunkan bersama oleh Adi Irfan, Ishan Ismail, Norngainy Mohd Tawil, Mohd Zulhanif Abdul Razak dan Hafsah Yahaya, iaitu pasukan penyelidik daripada Universiti Kebangsaan Malaysia dan *Twintech International University College of*

Technology pada tahun 2012. Objektif utama kajian berkenaan adalah untuk meringkaskan lagi proses penyediaan laporan penyiasatan prestasi bangunan.

CSP1 merupakan ukur kondisi kaedah pemeriksaan bangunan secara visual, penilaian direkodkan menggunakan Borang Pemeriksaan Matrik CSP1 dengan memberi nilai pemberat bagi komponen rumah berdasarkan keadaan dan keutamaan kondisi kecacatan bagi setiap komponen.

Che-Ani et al. (2012), telah memperkenalkan Indeks Kerosakan Rumah (IKR) untuk memudahkan pemeriksaan melalui kaedah CSP1. Skala Likert dengan nilai mata 1 hingga 5, iaitu matriks untuk penarafan tahap kecacatan bagi mendapatkan perincian sebenar prestasi rumah (Jadual 2.1). Skala 1 (CSP1 nilai 0 hingga 4) perincian keadaan bangunan dikategorikan sebagai tidak rosak, skala 2 (agak rosak, nilai mata 5 hingga 8), skala 3 (sederhana rosak, nilai mata 9 hingga 12), skala 4 (rosak, nilai mata 13 hingga 16) dan skala 5 (nilai mata 17 hingga 20) menunjukkan kondisi bangunan adalah sangat rosak (Jadual 2.2).

Jadual 2.1

Jadual Penarafan Kondisi Skala Kecacatan / Kerosakan Struktur

| Skala | Kondisi Elemen Struktur |
|-------|--|
| 1 | Masih baik, boleh dipantau, diganti dan dibaiki secara terancang. |
| 2 | Sederhana, perlu dipantau dan diganti atau dibaiki mengikut jadual ditetapkan. |
| 3 | Parah, perlu diganti atau dibaiki dalam masa terdekat. |
| 4 | Sangat parah, mesti diganti atau dibaiki segera. Perlu pemeriksaan lanjut. |

Sumber: Ahmad Ramly (2004)

Jadual 2.2
Jadual Penyetaraan Indeks Matrik CSPI dan IKR

| CSPI | Skala | Perincian Keadaan |
|---------|-------|-------------------|
| 0 – 4 | 1 | Tidak rosak |
| 5 – 8 | 2 | Agak rosak |
| 9 – 12 | 3 | Sederhana rosak |
| 13 – 16 | 4 | Rosak |
| 17 – 20 | 5 | Sangat rosak |

Sumber: Ishan Ismail et. al. (2012)

Setiap kecacatan yang direkodkan mengikut perincian penilaian CSP1 itu akan didarabkan dengan kedudukan penilaian keutamaan bermula dengan tahap 1 hingga 4 (Jadual 2.3) untuk menentukan matriks prestasi rumah. Perincian keutamaan menentukan rubrik skala sama ada berskala normal (tahap 1) hingga kepada skala darurat (tahap 4).

Jadual 2.3
Jadual Penilaian Keutamaan

| Tahap | Skala | Perincian Keutamaan |
|-------|-----------------|--|
| 1 | Normal (N) | Berfungsi, hanya kecacatan kosmetik. |
| 2 | Rutin (R) | Kecacatan kecil tetapi boleh memudaratkan jika ditinggalkan tanpa penjagaan. |
| 3 | Mendesak (M) | Kerosakan yang serius, tidak berfungsi mengikut piawaian yang diterima. |
| 4 | Darurat (D) | Struktur tidak berfungsi; ATAU berisiko yang boleh membawa kepada kematian dan /atau kecederaan. |

Sumber: Hamzah et al. (2010)

Hasil darab berkenaan akan menunjukkan skor antara 1 hingga 20 digunakan (Jadual 2.4). Terdapat tiga tahap penilaian matrik keutamaan mengikut kod warna iaitu:

- Kod berwarna hijau (skor 1 hingga 4) yang menunjukkan prestasi rumah pada keadaan normal, iaitu hanya memerlukan penyelenggaraan secara terancang,

- ii. Kod berwarna kuning (skor 5 hingga 12) pula menunjukkan prestasi rumah pada keadaan kecacatan kecil iaitu hanya memerlukan penyelenggaraan secara rutin atau berjadual.
- iii. Kod berwarna merah (skor 15 hingga 20) menunjukkan parameter rumah berkeadaan usang dan memerlukan pembaikan segera.

Jadual 2.4
Jadual Matrik

| Skala | | Penilaian Keutamaan | | | |
|-------------------|---|---------------------|----|----|----|
| | | D4 | M3 | R3 | N1 |
| Penilaian Keadaan | 5 | 20 | 15 | 10 | 5 |
| | 4 | 16 | 12 | 8 | 4 |
| | 3 | 12 | 9 | 6 | 3 |
| | 2 | 8 | 6 | 4 | 2 |
| | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 |

Sumber: Hamzah et al. (2010)

Penarafan ini telah digunapakai dan diakui bermanfaat oleh Ishan et al. (2012). Kaedah analisis ini menjadikan ia mudah untuk mengenal pasti tahap keseriusan setiap kecacatan semasa pemeriksaan rumah. Kaedah analisis CSP1, skala IKR dan pelaporan berbentuk ringkasan eksekutif (*exeutive summary*) yang telah dibangunkan oleh Adi Irfan ini menjadikan ia lebih mudah untuk mengenal pasti tahap keseriusan setiap kecacatan semasa pemeriksaan rumah berbanding kaedah tradisisonal yang memerlukan penyediaan laporan ulasan yang panjang serta agak kabur hasilnya untuk dinilai (Hamzah et al, 2010).

Setelah selesai proses di atas tadi maka, segala maklumat berkenaan jumlah kecacatan, skor matriks, skor markah dan skala prestasi bangunan akan dimasukkan ke dalam helaian eksekutif (Rajah 2.1) iaitu helaian yang menyatakan keputusan hasil ukur kondisi tersebut.

Diagnosis kerosakan bangunan (DKB) adalah suatu perkara yang paling penting dan perlu diketahui oleh pemeriksa bangunan sebelum mendiagnosis kerosakan bangunan, iaitu dengan mengenali tanda-tanda dan jenis-jenis sesuatu kerosakan bangunan tersebut. Ini kerana dengan penemuan kecacatan pada sesuatu komponen, ia biasanya memaparkan gejala atau tanda-tanda amaran awal sebelum menjadi semakin teruk dan menyebabkan kegagalan bangunan (Che-Ani et al., 2012).

**BUILDING CONDITION SURVEY FOR ECSTRUCT™,
PULAU LANGKAWI, KEDAH DARUL AMAN**

CONDITION SURVEY PROTOCOL (CSP) 1

EXECUTIVE SUMMARY

1.0 Property Information

Building Address : ECSTRUCT™ Pulau Langkawi, Kedah Darul Aman
Owner Name : Ministry of Science, Technology and Innovation (MOSTI)
Date of inspection : 26.06.2009
Weather : Clear and Fair

2.0 Condition Survey Protocol (CSP) 1 Matrix

| No. | Matrix | Score | Color Code | Finding(s) |
|----------------------|----------------------|----------|------------|------------|
| 1. | Planned Maintenance | 1 to 4 | | 25 |
| 2. | Condition Monitoring | 5 to 12 | | 4 |
| 3. | Serious Attention | 13 to 20 | | 0 |
| Total Defects | | | | 29 |

3.0 Overall Building Rating

| No. | Building Rating | Score |
|-----|-----------------|----------|
| 1. | Good | 1 to 4 |
| 2. | Fair | 5 to 12 |
| 3. | Dilapidated | 13 to 20 |

Total marks - 127
 Number of defects - 29
 Total score - 4.38
Overall building rating - Good

4.0 Recommendation

This building is in Good condition.

However, the total score is close to 5, indicating that, if the defects identified in this inspection, especially the ones coded yellow, are left unattended, the building's condition will fall to Fair.

Therefore, it is recommended that periodical inspections be carried out on this building and that any actions recommended by this report are carried out to prevent further dilapidation to the building.

Rajah 2.1

Contoh Helaian Executive Summary Ukur Kondisi

Sumber: Hamzah et al. (2010)

2.3.2 Building Condition Assessment (BCA)

Penilaian Keadaan Bangunan atau dikenali sebagai *Building Condition Assessment* (BCA) telah diperkenalkan dan diluluskan penggunaanya pada 28 Februari 2014.

Garis Panduan Pemeriksaan dan Penilaian Keadaan Bangunan Bagi Tujuan Penarafan Bangunan Sedia Ada JKR. KPRK: 113.020.050/03 Jld.6 (5) (Lampiran 1) terpakai untuk menilai prestasi sedia ada bagi semua bangunan milik kerajaan Malaysia. Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR) telah menggunakan bagi semua peringkat dan telah berkuatkuasa pada tarikh tersebut.

BCA mengandungi garis panduan dan borang semak pemeriksaan keadaan bangunan serta menggunakan skala Sistem Penarafan Penilaian Bangunan atau lebih dikenali sebagai *Building Assessment Rating System* (BARS). BCA juga digunakan bagi memenuhi keperluan dalam Tatacara Pengurusan Aset Tak Alih Kerajaan (TPATA) (MPAM, 2009) untuk penarafan keadaan fizikal bangunan sedia ada oleh JKR.

Berpanduan kepada pekeliling dan peraturan yang berkuatkuasa iaitu Peraturan Am Bab E, Bahagian V, Klaus 27 menyatakan bahawa JKR bertanggungjawab bagi memeriksa bangunan kerajaan secara berkala setahun sekali sebagaimana petikan “....adalah menjadi kewajipan Majlis untuk memeriksa semua rumah dan bangunan kerajaan dalam tiap-tiap daerah setahun sekali dan membaikinya sebagaimana yang diperlukan”. Perintah Am ini juga telah digunakan oleh Majlis Perbandaran Klang (MPK) (2013) bagi penarafan semua bangunan dibawah seliaanya.

Akta Jalan, Parit dan Bangunan 1993, Akta A903 (Seksyen 85 [A]) menekankan bahawa setiap bangunan perlu diperiksa oleh jurutera professional bagi mengesan kemerosotan dan kecacatan pada bangunan. Ini bermakna penarafan sesuatu binaan atau bangunan itu adalah sangat perlu.

Skop kerja BCA meliputi semua kerosakan atau pembaikan pada bangunan sedia ada, sama ada struktur bangunan, kemudahan infrastruktur, kemasan bangunan, sistem kumbahan, sistem komunikasi, sistem peralatan elektronik, perkhidmatan air, perkhidmatan elektrik dan sistem pencegah kebakaran. Hasil penilaian prestasi bangunan menggunakan kedah BCA kepada seluruh bangunan kerajaan di Malaysia sebagaimana keperluan Tatacara Pengurusan Aset Tak Alih Kerajaan (TPATA) telah memberi impak positif. Ia secara tidak langsung telah memberi gambaran bahawa perlunya dilakukan penilaian prestasi bangunan sedia ada.

Tujuan utama penilaian prestasi bangunan adalah untuk memastikan kefungsiannya, keselamatan, keperluan operasi dan penyenggaraan aset dapat dilaksanakan dengan berkesan. Ia bagi memastikan bahawa sesuatu bangunan itu terhindar daripada terdedah kepada risiko berbahaya, kegagalan kepada pengoperasian dan ketidakselesaan pengguna serta memendekkan jangka hayat aset daripada berlaku.

Prosedur kerja dan kaedah penilaian adalah sebagaimana tertera di dalam Garis Panduan Pemeriksaan dan Penilaian Keadaan Bangunan JKR 21602-0004-13. Jadual 2.5 memaparkan lima tahap keadaan fizikal beserta rubrik huraian kecacatan. Gred 1 berskala sangat baik, skala baik (gred 2), skala sederhana (gred 3), skala kritikal (gred 4) dan skala sangat kritikal (gred 5). Skala BCA ini diperlukan bagi merekod keadaan komponen.

Jadual 2.5
Tahap Keadaan Fizikal Komponen Bangunan.

| Gred | Skala pemeriksaan | Huraian |
|------|-------------------------|--|
| 1 | Sangat Baik (SB) | <ul style="list-style-type: none"> • Tiada kecacatan • Keadaan sangat baik • Boleh berfungsi dengan baik |
| 2 | Baik (B) | <ul style="list-style-type: none"> • Terdapat kerosakan / kecacatan minor • Keadaan baik • Boleh berfungsi dengan baik |
| 3 | Sederhana (S) | <ul style="list-style-type: none"> • Terdapat kerosakan / kecacatan major • Keadaan sederhana baik • Boleh berfungsi tetapi perlu dipantau |
| 4 | Kritikal (K) | <ul style="list-style-type: none"> • Terdapat kerosakan / kecacatan major • Keadaan kritikal • Tidak dapat berfungsi mengikut tahap perkhidmatan dipersetujui |
| 5 | Sangat Kritikal (SK) | <ul style="list-style-type: none"> • Keadaan sangat kritikal • Tidak berfungsi • Berisiko yang boleh menyebabkan kecelakaan dan / atau kecederaan |

Sumber: JKR 21602-0004-I3

Seterusnya Jadual 2.6 juga menetapkan lima skala penilaian keutamaan tindakan penyelenggaraan iaitu keadaan normal, penyelenggaraan rutin bagi kecacatan minor, tindakan pembaikan diperlukan bagi kecacatan major, tindakan pemulihan diperlukan jika berlaku kecacatan serius serta tindakan penggantian perlu dilakukan segera apabila struktur bangunan berkeadaan rosak yang sangat serius. Skala ini bertujuan untuk mengenalpasti tindakan yang perlu dilakukan terhadap setiap elemen.

Tahap kecacatan fizikal yang dinilai daripada Jadual 2.5 akan didarabkan dengan skala tahap keutamaan tindakan penyelenggaraan bagi setiap komponen daripada Jadual 2.6. hasil darab berkenaan akan memberi mata skor diantara 1 sehingga 25 mata (Jadual 2.7). Lima kod warna diberi berdasarkan lima tahap kondisi komponen bangunan dihunakan.

Jadual 2.6

Tahap Keutamaan Tindakan Penyenggaraan Bangunan.

| Keutamaan | Skala penilaian | Huraian |
|---------------------|--------------------|---|
| Normal (N) | 1 | <ul style="list-style-type: none"> Tiada tanda kecacatan / kerosakan Komponen / elemen diselenggara dengan baik, tiada keperluan pembaikan |
| Rutin (R) | 2 | <ul style="list-style-type: none"> Kecacatan / kerosakan minor Perlu dipantau, dibaiki dan diganti untuk mengelakkan kecacatan / kerosakan lebih serius |
| Pembaikan (PB) | 3 | <ul style="list-style-type: none"> Kerosakan / kecacatan major Perlu pembaikan major, perlu dibaiki / diganti |
| Pemulihan (PM) | 4 | <ul style="list-style-type: none"> Kerosakan / kecacatan serius Perlu pembaikan yang mendesak, segera dan serta merta |
| Penggantian (PG) | 5 | <ul style="list-style-type: none"> Kerosakan / kecacatan sangat serius Perlu penggantian / pembaikan yang mendesak, segera dan serta merta Perlu pemeriksaan terperinci oleh pakar |

Sumber: JKR 21602-0004-13

Jadual 2.7.

Matrik Tahap Keadaan Fizikal dan Tahap Keutamaan Tindakan Penyenggaraan Komponen Bangunan

| Skala | | Tahap keutamaan tindakan penyenggaraan | | | | |
|---|---|---|----|----|----|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Tahap keadaan fizikal komponen bangunan | 5 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 |
| | 4 | 20 | 16 | 12 | 8 | 4 |
| | 3 | 15 | 12 | 9 | 6 | 3 |
| | 2 | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 |
| | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

Sumber JKR 21602-0004-13

Jadual 2.8 akan memberi rating keadaan kondisi serta matrik tindakan berdasarkan skor yang diperolehi. Contohnya jika skor yang diperolehi adalah 25 mata maka, ia berkeadaan sangat kritikal dan tindakan penggantian diperlukan. Jika komponen menunjukkan prestasi berskala kritikal (16 hingga 20 mata) tindakan pemulihan perlu dilakukan berbanding jika struktur berskala 11 hingga 15 mata, hanya tindakan pembaikan diperlukan kerana elemen berada pada tahap sederhana.

Jadual 2.8.

Klasifikasi Penarafan Bangunan

| Rating | Keadaan / kondisi | Matrik tindakan | Skor |
|--------|----------------------|---|-------|
| A | Sangat baik | Penyenggaraan berjadual | 1-5 |
| B | Baik | Penyenggaraan berdasarkan keadaan <i>condition based</i> | 6-10 |
| C | Sederhana | Pembaikan | 11-15 |
| D | Kritikal | Pemulihan | 16-20 |
| E | Sangat kritikal | Penggantian | 21-25 |

Sumber: BCA JKR

Pengkaji memilih kaedah penilaian BCA kerana ia sangat menepati objektif kajian iaitu untuk menilai keadaan sedia ada rumah pasca pengubahsuaian. Ini kerana melalui tinjauan, pengamatan dan pengalaman pengkaji bahawa terdapat tanda-tanda kemerosotan pada fizikal luar rumah pasca pengubahsuaian di lima taman perumahan sekitar Bahagian Samarahan, Sarawak.

Prima fase pengkaji adalah selari dengan pendapat Hazirah, Adi Irfan, Rahah, Suhana & Mohd Zulhanif (2016) bahawa prestasi dan keadaan bangunan akan sentiasa berubah dan tidak pernah statik maka, kemerosotan bangunan perlu diukur prestasinya bagi mengenalpasti tahap, jenis dan bentuk kecacatan. Kemerosotan prestasi bangunan tidak dapat dielakkan disebabkan oleh beberapa faktor seperti penyalahgunaan oleh pengguna, lusuh, kurang penyelenggaraan serta keadaan iklim yang sukar dijangka perubahannya (Douglas, 1996). Pendapat Douglas disokong oleh Leong (2004) iaitu kemerosotan bangunan banyak dipengaruhi oleh penggunaan yang menyebabkan lusuh, penyalahgunaan dan keadaan atmosfera.

Pemeriksaan bangunan dianggap sebagai kaedah yang penting dalam menentukan keadaan bangunan dengan mengesan kecacatan dan gejala berlaku. Pendekatan yang cepat dan praktikal diperlukan dengan melakukan pemeriksaan bangunan secara

berkala, ini kerana ia adalah proses saringan sebelum menjalankan pemeriksaan yang lebih terperinci untuk mengenalpasti kecacatan bangunan (Che-Ani, Ismail, Johar, Abd-Razak & Hamzah 2015).

Atkinson (1987) telah membezakan antara kegagalan bangunan dan kecacatan bangunan, iaitu kegagalan bangunan sebagai akibat amalan yang baik atau mungkin tidak dibetulkan sebelum selesai pembinaan. Ini bermakna kegagalan boleh berlaku walaupun amalan yang baik dilakukan tetapi ia perlu ditetapkan sebelum peringkat penyerahan. Mohd Isa, Hassan, Che Mat, Isnin dan Sapeciay, (2011) mengesahkan bahawa kegagalan pembinaan boleh dikaitkan dengan kegagalan dan kekurangan semasa proses pelaksanaan projek pembinaan.

Kegagalan bangunan dapat ditangani dengan memberi penekanan kepada pengurangan kesilapan insani, iaitu dengan mengurangkan kesilapan diperingkat rekabentuk, peringkat penghunian sehingga peringkat perobohan dan mempertingkatkan komunikasi terbuka bersama pasukan rekabentuk dan pengamal binaan adalah satu kemestian untuk mencapai matlamat kesempurnaan, ini kerana kebanyakan masalah boleh dicegah pada awal lagi iaitu peringkat rekabentuk (Shardy, Ellemy & Arman, 2015).

2.3.3 *Quality Assessment System in Construction (QLASSIC)*

Pihak *Construction Industry Development Board Malaysia* (CIDB) telah menerbitkan satu garis panduan khas iaitu Sistem Penilaian Kualiti Dalam Pembinaan *Quality Assessment System in Construction (QLASSIC)*. Ia digunapakai

sejak tahun 2006 sebagai kayu pengukur untuk mengukur kualiti pembinaan dalam sesuatu projek pembinaan di Malaysia, ini kerana peningkatan dalam kualiti adalah amat penting untuk memacu industri pembinaan tempatan yang mapan dan berdaya saing di peringkat antarabangsa.

QLASSIC dikatakan dapat mengawal dan meningkatkan kualiti pembinaan di Malaysia. Ia berasaskan daripada kaedah *Construction Quality Assessment System* (CONQUAS) yang merupakan satu sistem jaminan kualiti Singapura yang dikatakan mampu meningkatkan tahap kualiti binaan bangunan bagi kontraktor yang menggunakannya (CIDB, 2006a). Negara Singapura telah menerima guna sistem yang serupa dikenali sebagai Sistem Penilaian Pembinaan Kualiti (CONQUAS). Sistem ini dibangunkan oleh Lembaga Bangunan dan Pembinaan sejak tahun 1989 oleh Lembaga Bangunan dan Pembinaan Singapura.

QLASSIC adalah sistem berdasarkan pendekatan persampelan yang terdiri daripada empat komponen iaitu kerja struktur, seni bina, kerja mekanikal dan elektrik. Daripada kriteria tersebut jelas dilihat QLASSIC hanyalah alat mengukur prestasi produk difasa output dan bukan semasa proses penghasilannya. Seperti CONQUAS, QLASSIC menetapkan piawaian kualiti mutu kerja (*standard quality of workmanship*) untuk elemen bagi kerja pembinaan bangunan dan kerja pembinaan infrastruktur. QLASSIC bertujuan untuk mengukur kualiti kerja projek bangunan yang telah siap dan sebagai penanda aras terhadap kualiti hasil kerja kontraktor pembinaan di Malaysia (CIDB, 2006b).

Pemeriksaan QLASSIC adalah berdasarkan garis panduan yang diluluskan melalui Standard Industri Pembinaan (CIS 7: 2006), standard ini telah dibangunkan pada tahun 2006 oleh wakil agensi-agensi kerajaan dan pihak swasta. CIS 7: 2006 menggariskan keperluan terhadap kualiti mutu kerja, had terima dan prosedur untuk penilaian bagi kerja pembinaan bangunan melalui kaedah persampelan dan pendekatan statistik. Markah diberikan bagi elemen pembinaan yang mematuhi keperluan standard, markah terkumpul akan digunakan untuk pengiraan skor QLASSIC bagi sesuatu projek pembinaan sebelum penyerahan kunci berlaku.

Penilaian hanya dijalankan oleh penilai QLASSIC yang berkeelayakan dan dilatih oleh pihak CIDB. Penilaian QLASSIC dibuat melalui pemeriksaan tapak dan mengikut prinsip *first time inspection* iaitu sebarang kerja pembinaan yang diperbetulkan selepas suatu penilaian dijalankan dan ia tidak akan dinilai semula.

Penyelidik mendapati perbezaan diantara BCA dan QLASSIC adalah amat sedikit, kelainan yang ketara adalah QLASSIC hanya digunapakai bagi bangunan baharu iaitu sebelum penyerahan kunci dilakukan, iaitu pemilik rumah perlu bertindak sendirian untuk mendapatkan khidmat daripada penilai QLASSIC dengan mendaftar sebagai ahli serta membuat pembayaran sebanyak RM500.00 untuk khidmat penilaian yang dilakukan. Manakala BCA pula hanya digunapakai bagi menilai bangunan-bangunan kerajaan yang telah didiami atau telah dikosongkan bagi menilai prestasi bangunan sedia ada sebelum kerja-kerja penyelenggaraan atau pembaikan dijalankan oleh jurukur bangunan atau jurutera JKR itu sendiri. BCA dilakukan secara berkala iaitu pada setiap tahun manakala QLASSIC hanya dilakukan sekali sahaja iaitu sebelum penghunian bagi bangunan baharu.

Namun Yong dan Mustaffa (2012); Zaidi dan Davies (2011) mempunyai pendapat berbeza mengenai QCLASSIC. Mereka mendapati ia hanyalah subset dalam sistem pemantauan implementasi sistem jaminan kualiti dan bukannya faktor menentukan kejayaan sesebuah projek binaan.

2.3.4 BS 1881: Bahagian 202: 1986

ASTM C 905-85 dan BS 1881: Bahagian 202:1986 menerangkan bahawa ujian tukul Schmidt adalah alat uji yang paling popular untuk mengkaji kekerasan permukaan konkrit, juga ukuran kualiti keseragaman konkrit di dalam struktur atau dalam penghasilan beberapa bahagian konkrit pratuang yang serupa. Ujian ini adalah berdasarkan kepada prinsip bahawa tahap tenaga pantulan pegas secara automatik apabila ia ditekan pada permukaan konkrit. Kekerasan permukaan konkrit diukur berpandukan pada bacaan skala pada tukul atau dikenali sebagai *Rebound Number* (Rb). Bacaan Rb akan disetarakan hubungannya (*relationship*) secara digital dengan pengukuran kekuatan mampatan konkrit dalam unit newton per milimeter kuasa dua (N/mm^2). Selain itu, ujian ini sangat sensitif kepada variasi tempatan dan mengikut gred konkrit tertentu (Mahyuddin Ramli, 1991).

2.3.5 BS 1881: Bahagian 203: 1986

ASTM C: 597 dan BS 1881: Bahagian 203:1986 menerangkan bahawa ujian Halaju Denyutan Ultrabunyi (*Ultrasonic Pulse Velocity; UPV*) sangat sesuai dan berguna untuk menilai kehadiran lompanan di dalam konkrit, mengkaji kualiti konkrit, mengukur kedalaman retakan, pengukuran panjang laluan dan pengukuran halaju

permukaan berdasarkan persamaan melalui perbezaan halaju (*pulse velocity; PV*) pada setiap sesi ujikaji. Pembentukan denyutan yang dioptimumkan memberikan julat penghantaran yang lebih tinggi pada tahap voltan yang lebih rendah. Ini, ditambah dengan kombinasi automatik voltan pemancar (*transmitter*) dan alat penerima (*receiver*), ia menjamin pengukuran yang tepat dan stabil.

UPV berfungsi dengan mengukur masa yang diambil untuk denyutan ultrasonik untuk melepasi konkrit dari pemancar yang dipegang kepada penerima yang dipegang. Kekosongan atau kelompangan dan kedalaman garis retak pada konkrit akan membawa kepada peningkatan masa gelombang sekitar retak.

2.3.6 Permit Kerja Ubahsuai PBT

Garis Panduan Prosedur Pengeluaran Permit Kerja Ubahsuai telah dikemukakan oleh Bahagian Penyelidikan dan Perundangan Teknikal, Jabatan Kerajaan Tempatan, Kementerian Kesejahteraan Bandar, Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT) dengan tujuan untuk memberi penjelasan dan panduan kepada semua Pihak Berkuasa Negeri (PBN) dan Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) melaksanakan prosedur pengeluaran permit bagi maksud kerja ubahsuai iaitu kerja pembinaan, perubahan dan tambahan kecil terhadap bangunan yang telah disiapkan (KPKT, 2013).

Mulai 12 April 2007, *Principal Submitting Person* (PSP) di setiap PBT telah diberikan kuasa oleh kerajaan untuk memperakukan kelayakan (*fitness*) sesuatu bangunan dari aspek keselamatan dan kesihatan sebelum bangunan tersebut boleh diduduki melalui pengeluaran Perakuan Siap dan Pematuhan atau *Certificate of*

Completion and Compliance – CCC. Tanggungjawab PSP terhadap kelayakan ini adalah berterusan sepanjang hayat bangunan tersebut.

Undang-undang Kecil 18 (UUK18) di bawah Undang-undang Kecil Bangunan Seragam 1984 (UBBL 1984) membenarkan sesuatu bangunan yang telah siap dan mempunyai sijil CCC diubahsuai sekiranya mengemukakan pelan lakar kepada PBT semasa permohonan. Pelan-pelan lakar boleh dikemukakan bagi pembinaan kecil, perubahan dan tambahan kecil atau mendirikan pagar yang memasuki kawasan lorong pejalan kaki jika adalah perlu mematuhi kehendak UUK18 bagi mengubahsuai bangunan asal. Terdapat sedikit kelonggaran dalam peraturan ini, iaitu hanya pelan lakaran diperlukan, ini bermakna fungsi perunding rekabentuk atau pelan struktur bangunan adalah tidak banyak mempengaruhi kualiti bangunan.

Kerja-kerja ubahsuai kecil didefinisikan sebagai satu kerja pembinaan, perubahan dan tambahan yang dilakukan terhadap bangunan asal, iaitu tanpa melibatkan perubahan terhadap struktur, ruang, fasad dan fungsi sesuatu bangunan seperti perincian di dalam Jadual 2.9.

2.4 Prestasi Bangunan

Prestasi bangunan merupakan faktor cabaran dan halangan yang memberi impak kepada industri binaan. Definisi kecacatan oleh BS 3811 *Code of Practice British Standard* (1984) adalah sebagai merosotnya ciri-ciri kualiti pada tahap yang tertentu menyebabkan hasil dan khidmat yang tidak memuaskan seperti keadaan asal atau tidak memenuhi kehendak penggunaan.

Jadual 2.9.

Kerja-kerja Ubahsuai yang Memerlukan Permit PBT

| | |
|-------------------------------|--|
| Kerja-kerja pembinaan luaran | <ul style="list-style-type: none"> i. Mengubahsuai pagar dan tembok sedia ada ii. Mengubahsuai atau memperbaiki longkang iii. Memasang jeriji besi yang melibatkan kerja-kerja kimpalan 'in-situ', pemotongan jeriji dan bahan pembuangan. iv. Mengubahsuai rumah sampah sedia ada v. Membina pergola vi. Membina takungan air yang tidak melebihi kedalaman 0.5 m. vii. Membina rumah haiwan viii. Membina gazebo ix. Membina rumah/pondok ibadat atau rumah hijau tidak melebihi 1.0 m². x. Memasang teduhan seperti sengkuap (<i>awning</i>) dan struktur membran yang melibatkan pertambahan tiang dan kabel xi. Sebarang perubahan kemas melibatkan perubahan fasad xii. Sambungan bumbung terbuka yang tidak melibatkan struktur tambahan xiii. Sambungan bangunan terbuka tidak melebihi 6.5 m². |
| Kerja-kerja pembinaan dalaman | <ul style="list-style-type: none"> i. Memasang atau mengganti kemas lantai atau dinding melebihi daripada 6.5 m² ii. Membina kaunter dan kabinet (<i>built-in cabinet</i>) iii. Memasang atau menggantikan siling lepa (<i>plaster ceiling</i>) iv. Membina atau memperbaiki lantai lepaan simen yang melebihi daripada 6.5 m² v. Mengubahsuai aksesori sanitari. |

Sumber: Majlis Daerah Samarahan, Sarawak (2015).

Kerosakan struktur konkrit menurut Patodiya (1993), ia berlaku apabila kegagalan struktur untuk menjalankan fungsinya pada suatu jangka hayat yang diharapkan. Kekuatan bagi struktur konkrit akan menurun jika ia tidak direkabentuk dengan baik dan mengikut spesifikasi bagi menangani persekitaran yang dialaminya. Antara faktor-faktor yang menyebabkan berlakunya kerosakan dan kemerosotan kualiti suatu konkrit adalah kerana pengaratan tetulang, tindak balas alkali-silika, serangan kimia dan perubahan suhu yang tinggi. Kamainetzky (1991) menyatakan bahawa, secara amnya suatu projek pembinaan akan melalui beberapa fasa asas iaitu konsep dan kebolehlaksanaan, rekabentuk, perincian dan spesifikasi, mutu, kawalan kerja, pengawasan dan pemeriksaan daripada penyelia serta pemilikan dan penggunaan.

Kecacatan struktur konkrit mungkin akan berlaku pada salah satu daripada fasa tersebut. Masalah yang dihadapi pada salah satu daripada fasa tersebut akan turut mempengaruhi keseluruhan projek pembinaan.

Bennett (2012) mengkelaskan kitar hayat projek pembinaan kepada enam fasa iaitu pra-projek, perancangan, rekabentuk, perolehan, pembinaan dan penamatan projek, manakala Chung (1999), Josephson dan Hammarlund (1999); dan Abdel-Razek (1998) sependapat bahawa dua daripada fasa tersebut iaitu fasa rekabentuk dan pembinaan adalah penyumbang terbesar kepada berlakunya isu kualiti kepada bangunan selain daripada faktor sumber manusia.

Faktor-faktor seperti mutu pembinaan yang rendah, rekabentuk bangunan, pemilihan bahan binaan yang bersesuaian, keadaan iklim, agen biologi, serangan serangga dan lusuh akibat daripada aktiviti manusia telah dikenalpasti oleh Md. Yusof dan Suriani (2012) hasil dapatan kajiannya. Manakala Ramly (2004) menyenaraikan terdapat lima faktor utama kecacatan struktur konkrit seperti kesilapan rekabentuk, bahan binaan, geoteknik, kesilapan kaedah pembinaan dan kesilapan tidak diramal. Berikut adalah rangkuman pendapat pakar-pakar yang menyatakan faktor-faktor utama kemerosotan prestasi bangunan.

2.4.1 Usia / keusangan Bangunan

Secara umumnya semua bangunan adalah terdedah dengan masalah kecacatan dan kerosakan, apabila bangunan semakin berusia atau berada dalam keadaan terbiar

maka, semakin cepat dan seriusnya masalah kecacatan bangunan tersebut akan berlaku (Anuar & Azlan, 2011).

Petunjuk-petunjuk yang merujuk kepada keusangan bangunan telah dikemukakan oleh Abdul Aziz (2011) di dalam bukunya yang bertajuk “Pemuliharaan dan Pemeliharaan Warisan di Malaysia”, apabila beberapa kecacatan berikut kedapatan pada bangunan seperti keretakan, kecondongan elemen, keruntuhan, pecah, pemendapan, hakisan, kecacatan pendawaian dan kewujudan tumbuhan liar pada elemen bangunan maka, sesuatu bangunan itu dianggap telah usang.

2.4.2 Kurang Pengetahuan

Mills, Love dan Williams (2009) dan Atkinson (1987) membuat kesimpulan bahawa kemungkinan berlaku kecacatan masih wujud walaupun amalan pengurusan yang baik dilaksanakan. Ini adalah prinsip asas yang mudah dalam menguruskan kegagalan, bagaimanapun biasanya ia adalah sukar untuk diikuti kerana faktor kekangan lain seperti pengetahuan teknikal yang terbatas, maklumat yang tidak mencukupi sebelum pembinaan, kejahilan, kelalaian dan usur tamak semasa mengendalikan sesuatu projek pengubahsuaian.

Kekangan berlakunya kecacatan ini lebih kepada faktor-faktor masalah manusia dan kadang-kadang tidak ada kaitan sama sekali dengan faktor penyelenggaraan, Shardy et al. (2015) menegaskan bahawa kesedaran kepada perkara ini terutamanya bergantung kepada pengetahuan asas pelanggan dalam bidang teknikal atau

pembinaan adalah amat membantu dalam memastikan kesempurnaan proses pengubahsuaian.

Menurut Radzuan, Hamdan, Hamid dan Abdullah-Halim (2011), kepincangan berlaku apabila pemeriksaan dilakukan oleh pembeli rumah itu sendiri di peringkat pemeriksaan kecacatan bagi kes rumah baru siap, kebanyakan mereka ini tidak mempunyai latar belakang teknikal bagi mengendalikan pemeriksaan kecacatan. Sikap menganggap ia hanya kecacatan kecil atau tidak memudharatkan oleh pemilik rumah sebenarnya telah memberi peluang kepada pengamal binaan untuk bersikap sambil-lewa dalam menghasilkan sesuatu binaan yang berkualiti.

Tucker dan Edmondson (2013) telah takrifkan kesilapan sebagai "*... pelaksanaan sesuatu tugas sama ada perlu atau dilakukan secara tidak betul*". Ini bermakna kesilapan pengamal binaan boleh berlaku apabila tindakan yang dilakukan untuk mencapai matlamat yang diinginkan tidak dapat diramalkan atau secara kebetulan.

2.4.3 Penyelenggaraan

Tujuan melaksanakan penyelenggaraan menurut Lopez dan Love (2012) adalah untuk mencegah pengurangan prestasi bangunan dan implikasi penyelenggaraan pada masa hadapan. Namun prestasi bangunan adalah sinonim dengan ketidaksempurnaan binaan seperti kegagalan dan kecacatan dalam komponen bangunan. Keperluan untuk mengenal pasti punca atau sumber kegagalan dan kecacatan di dalam bangunan adalah satu kemestian seperti kesilapan rekabentuk yang menyebabkan punca kemalangan dalam pembinaan bangunan.

Manakala Mohd Nazaruddin (2004) menyatakan bahawa untuk memastikan keadaan fizikal rumah adalah kelihatan baik dan cantik, penghuni atau pemiliknya seharusnya memperbaiki dengan segera jika terdapat sebarang kerosakan. Kurangnya keprihatinan penghuni akan menyebabkan kerosakan yang lebih besar berlaku, justeru itu kos membaikpulih akan meningkat atau perlu melakukan pembaikan berulang. Anuar dan Azlan (2011) pula menyifatkan kemerosotan bangunan disumbangkan oleh faktor bangunan yang disalahgunakan dan kurangnya penyelenggaraan.

Oleh itu, dapat dirumuskan bahawa sikap ataupun tabiat sebahagian masyarakat kita adalah suka bertangguh, iaitu mereka menganggap penyelenggaraan hanya difikirkan perlu apabila berlakunya kecacatan atau kerosakan berskala besar sahaja. Sedangkan kerja baikpulih atau penggantian akan diperlukan jika kecacatan berskala kecil berkenaan telah dibiarkan berlarutan tanpa pengawasan sejak awal lagi.

2.4.4 Mutu kerja

Kualiti atau mutu kerja merupakan suatu aspek yang sangat penting didalam sebuah sektor pembinaan. Bagi memastikan pencapaian kualiti rumah berada pada tahap yang baik dan memuaskan, suatu pengurusan dan pemantauan terhadap kualiti perlu dilakukan dengan teliti dan terkawal. Kualiti ialah suatu ukuran yang ditetapkan untuk mengukur tahap kepuasan dan keperluan bagi memenuhi sesuatu tujuan. Nurhasyimah, Wan Abdullah & Hasni Suryani (2012) memberi andaian bahawa, kualiti suatu pembinaan rumah dapat ditentukan oleh kualiti bahan binaan yang

digunakan iaitu jika kualiti bahan binaan tersebut adalah rendah, maka kualiti rumah juga akan turut merosot

Berikut adalah antara kualiti pembinaan yang tidak mengikut spesifikasi dan amalan baik kejuruteraan, malah ia boleh mengundang kecacatan kepada rumah ialah:

- i. Kerja konkrit yang menyebabkan pengasingan '*honey combing*',
- ii. Kerja mengecat tidak menggunakan '*undercoat*',
- iii. Kerja pemasangan jubin ,
- iv. Kayu tidak mengikut spesifikasi seperti jenis kayu dan kaedah pengawetan,
- v. Rasuk lintol dan tetiang tidak dibina atau sempurna menyebabkan rangka tingkap dan pintu melendut,
- vi. Butiran-butiran sambungan yang tidak dibina dengan sempurna.

Mengikut kod amalan CP BS101 (Che-Ani, 2012) penilaian prestasi bangunan mempunyai tiga kategori iaitu perkhidmatan, fabrik atau komponen dan keadaan tapak. Kualiti rumah dibahagikan kepada lima kategori iaitu:

- i. baharu atau sebagai baharu jika rumah hanya perlu servis kecil,
- ii. baik jika rumah memerlukan pembaikan kecil,
- iii. sederhana jika rumah memerlukan pembaikan atau penggantian utama,
- iv. sangat lemah jika rumah-rumah yang rosak dan,
- v. usang atau kerosakan.

Chong dan Low (2005) dalam kajian beliau telah mendapati perbezaan kecacatan semasa peringkat pembinaan dan peringkat penghunian. Didapati pratusan kecacatan mendominasi dalam aspek mutu kerja (79%), rekabentuk (0%), bahan binaan (4%) dan perlindungan (16%) berlaku semasa peringkat pembinaan. Manakala semasa peringkat penghunian didapati kecacatan akibat mutu kerja (40%) adalah yang paling tinggi berbanding rekabentuk (29%), bahan binaan (28%) dan penyelenggaraan bangunan (2%).

Direkodkan kecacatan akibat mutu kerja semasa peringkat pembinaan bagi elemen lantai (35%), dinding (34%) dan bumbung (30%) telah menyumbang kepada kecacatan pada peringkat penghunian sebanyak 28% (lantai), 32% (dinding) dan 39% (bumbung). Ini menunjukkan bahawa kecacatan semasa peringkat pembinaan bagi elemen bumbung akan memberi impak pasca pembinaan yang sangat besar.

Kecacatan elemen lantai yang kerap ditemui semasa peringkat pembinaan iaitu terdapat kelompangan (*hollowness*) pada jubin, kemasan kasar, tertanggal, pemilihan jubin yang kurang sesuai, retak, comot dan tidak sekata adalah disebabkan oleh mutu kerja (83%) dan kekurangan perlindungan (17%). Manakala kecacatan lantai semasa peringkat penghunian adalah retak, resapan air, jubin berselaput, tidak rata, kesan comot, kekosongan, jubin berubah warna dan tertanggal pula disebabkan oleh faktor rekabentuk (29%), bahan binaan (35%), mutu kerja (30%) dan penyelenggaraan (6%). Walaupun beberapa jenis kecacatan adalah sama semasa pembinaan dan peringkat penghunian tetapi kes dan keadaannya sangat berbeza. Ini menunjukkan mutu kerja merupakan aspek utama yang perlu diutamakan dalam pembinaan kerana ia memberi impak kepada kecacatan pasca pembinaan.

Manakala banyak rungutan kecacatan bangunan kerap berlaku selepas penyerahan kunci dilakukan. Antara rungutan pemilik rumah tersebut kebanyakannya berpunca daripada mutu kerja seperti kecacatan lantai, dinding, pintu dan tingkap, siling, bumbung, kelengkapan sanitari dan pemasangan elektrik, manakala punca kerosakan yang telah dikenalpasti adalah berpunca daripada berlakunya pergerakan tanah, pembebanan berlebihan terhadap struktur, akibat perubahan fungsi bangunan dan akibat tindakan fizikal atau serangan kimia atau biologi (Ahmad, 2004).

Manakala komentar Mohd Nazaruddin (2004) di dalam bukunya yang bertajuk *Isu-isu Perumahan Kos Rendah* adalah kelemahan penyeliaan di tapak pembinaan adalah faktor utama dalam isu mutu kerja. Ini kerana banyak pengabaian dan kesilapan berlaku seperti penyelidikan tapak yang sambil lewa oleh pihak pemaaju dan PBT serta pengurusan bahan dan prosedur kerja juga sering diambil mudah.

Wei dan Thomas (2015) melalui kajiannya telah menemui 3,209 kecacatan direkodkan bagi 327 buah rumah yang masih didalam tempoh liabiliti kecacatan selama 12 bulan di South Wales dan Barat Daya England dengan 14 peratus daripadanya adalah kecacatan di ruang tandas. Profil kecacatan rumah baharu di United Kingdom (UK) selepas tahun 2006 telah bertambah dalam aspek jumlah, kepelbagaian kecacatan, dan tahap kecacatan. Ruang dapur dan bilik mandi merupakan ruang yang paling banyak kecacatan telah direkodkan. Waiau bagaimanapun Wei dan Thomas (2015) mendapati saiz rumah tidak ada hubungan yang jelas antara profil kecacatan dan kualiti pembinaan, ini kerana rumah sesebuah atau banglo didapati lebih banyak kesan kecacatan berbanding rumah pangsa yang saiznya lebih kecil.

Dinding dan lantai merupakan komponen terbesar menyumbang kecacatan (Noor et al., 2010) disamping kemasan lepaan sebagai sub-komponen utama menyumbang kepada kecacatan (Ishan et al., 2012). Kedua-dua komponen dan sub-komponen berkait rapat dengan faktor manusia atau mutu kerja. Ilozor, Okoroh, Egbu & Archicentre (2004) mendapati kecacatan dalam kerangka bumbung, asas bangunan dan penyusupan air adalah penyebab utama kepada kerja-kerja pembaikan semula dalam sektor perumahan di Australia, ia disebabkan oleh kemahiran dan proses, serta penguatkuasaan kawalan sistem yang tidak berkesan.

Senario di atas membuktikan bahawa kualiti kerja projek pembinaan tidak mencapai tahap yang diperlukan oleh pembeli atau pemilik rumah, manakala struktur lantai dan dinding merupakan elemen yang sering menghadapi kecacatan bagi bangunan asal. Bagaimana pula dengan elemen struktur rumah yang diubahsuai sekiranya komponen bangunan asal telah mengalami kecacatan, adakah struktur asal kekal selamat setelah bersambung atau dibebani dengan elemen baharu, adakah pemilik rumah dan pengamal binaan telah mengambilkira perkara sebegini?

2.4.5 Rekabentuk

Sementara itu didalam kajian, Ramly (2006) mendedahkan bahawa lebih 40 peratus daripada kecacatan ditemui di perumahan awam di Malaysia adalah disebabkan oleh kesalahan rekabentuk. Kegagalan bangunan biasanya disebabkan oleh kesilapan manusia dalam pelaksanaan, prosedur dan peralatan sepanjang pelaksanaan projek. Sehingga kini, kebanyakan daripada kesilapan rekabentuk adalah kekal sebagai tidak diketahui puncanya kerana ia tidak secara rasmi diukur prestasinya dengan

menggunakan peralatan kejuruteraan untuk pengesahan. Oleh itu, pengkaji telah terpanggil untuk mendapatkan nilai prestasinya.

Kebanyakan jurutera dan pengurus hartanah bersetuju bahawa kesempurnaan rekabentuk dan pertimbangan alternatif semasa peringkat pembinaan boleh mencegah kecacatan. Josephson dan Hammarlund (1999); Assaf, Al-Khalil dan Al-Hazmi (1996) masing-masing mengakui bahawa 32 peratus dan lebih daripada 50 peratus kecacatan berpunca daripada manusia seperti kecuai, faktor maklumat yang tidak mencukupi, kekurangan pengetahuan dan faktor motivasi pada peringkat rekabentuk adalah faktor-faktor utama pencetus yang menggalakkan kecacatan.

Sebarang kecacatan yang berkaitan dengan rekabentuk adalah sukar untuk dinilai dan dikesan sehingga kecacatan itu muncul (Assaf et al. 1996). Ramai penyelidik membuat kesimpulan bahawa kecacatan muncul kerana kesalahan rekabentuk pada peringkat rekabentuk dan ia perlu diperbetulkan sewajarnya bagi mengelakkan kecacatan yang serupa muncul pada masa depan.

Chong dan Low (2005) telah mengenalpasti dan mentakrifkan punca kecacatan adalah seperti berikut:

- i. akibat rekabentuk: kecacatan yang disebabkan oleh keputusan yang sangat lemah dalam rekabentuk, termasuk spesifikasi bahan, susun atur, dan integrasi antara bahan dan sistem yang berbeza, dan lain-lainya biasanya biasanya disebabkan oleh perekabentuk,

- ii. mutu kerja: kecacatan yang disebabkan oleh kontraktor, termasuk pemasangan yang tidak kemas, kombinasi nisbah bancuhan bahan, pengendalian bahan, kegagalan untuk menyediakan sambungan yang betul,
- iii. bahan binaan: kecacatan kerana kualiti bahan yang kurang bermutu atau kurang sesuai dengan kegunaan dan fungsi,
- iv. penyelenggaraan: kecacatan yang disebabkan sama ada bahan atau sistem yang tidak dijaga dengan baik atau penyelenggaraan yang tidak teratur atau mungkin tidak wujud semasa pendudukan dan,
- v. kekurangan perlindungan: kecacatan yang disebabkan oleh kegagalan untuk menyediakan perlindungan yang sesuai apabila berlakunya sesuatu bencana diluar jangkaan yang membawa kepada kecacatan semasa pembinaan.

Manakala Harith (2004) mendapati ketidakmahiran kontraktor, pekerja binaan dan bahan binaan yang bermutu rendah merupakan faktor utama kecacatan bangunan berlaku maka, antara impak negatif yang boleh wujud jika terdapat kecacatan rumah pasca pengubahsuaian ialah mengakibatkan ketergangguan emosi terhadap pemilik premis, kelewatan dan peningkatan nilai kos ubahsui terhadap kontraktor dan impak yang ketara ialah penurunan nilai estetika terhadap premis berkenaan.

Md. Yusof dan Suriani (2012) juga sependapat dengan pengkaji terdahulu bahawa kecacatan dan kerosakan struktur bangunan akan menimbulkan pelbagai implikasi. Ia boleh mencerminkan kecuaiannya berlaku dan juga menggambarkan sikap kurang prihatin dalam mengambil kira kemungkinan masalah timbul daripada pembinaan berkenaan.

Sarjanawan berpendapat faktor rekabentuk, pembinaan dan kemahiran insaniah adalah penting dan perlu ditangani dengan berkesan dalam sesebuah proses pembinaan, terutamanya bagi mengurangkan masalah kecacatan bangunan. Ilozor et al. (2004) mendapati, maklumat rekabentuk yang tidak mencukupi dan pengurusan tapak bina yang lemah menyebabkan kecacatan perumahan.

2.5 Kecacatan dan Kerosotan Struktur

Unit rumah yang bebas kecacatan adalah impian setiap pembeli, ini kerana ia merupakan indikator kepada kualiti sesebuah binaan bagi setiap taman perumahan. Umumnya hampir semua jenis bangunan tidak terlepas daripada kecacatan atau mengalami kerosakan walaupun dalam pelbagai peringkat usia. Namun hanya segelintir dapat menikmati impian tersebut. Ransom (1981) menyatakan semakin berusia suatu struktur bangunan itu maka, semakin banyak kerosakan yang boleh dikesan. Kamnetzky (1991) menyifatkan memang agak mustahil untuk sesebuah pembangunan perumahan itu bebas kecacatan atau kecacatan sifar.

2.5.1 Kecacatan Fizikal

Peredaran masa dan pengaruh persekitaran boleh mengubah terma kecacatan kepada keusangan, ini kerana keusangan adalah proses semulajadi yang sukar dielakkan walaupun bangunan tersebut telah direkabentuk dengan sempurna dan dibina dengan rapi. Hollis (1999) menyifatkan semua bangunan akan membentuk kecacatan disebabkan tindakbalas terhadap faktor semulajadi seperti kesan perubahan cuaca.

Definisi kecacatan fizikal oleh BS 3811 *Code of Practice, British Standard* (1984) iaitu kecacatan bangunan didefinisikan sebagai kemerosotan ciri-ciri kualiti daripada tahap yang tertentu menyebabkan hasil dan khidmat yang tidak memuaskan seperti keadaan asal serta tidak memenuhi kehendak penggunaan. Menurut Burden (2004), kecacatan bangunan merujuk kepada keadaan yang tidak sama atau tidak teratur yang berlaku sehingga merosakkan atau melemahkan kekuatan sesuatu struktur, ketahanan atau nilai kegunaannya pada bangunan. Kesan daripada keadaan ini boleh menyebabkan rupa bentuk dan fungsi bangunan tersebut akan terjejas serta boleh menyebabkan gangguan dan mengancam keselamatan penggunanya.

Md. Yusof dan Suriani (2012), menyatakan secara umumnya kerosakan boleh dikelaskan kepada beberapa kategori iaitu kerosakan yang disebabkan oleh kelemahan struktur atau kerosakan yang tidak disebabkan oleh struktur. Kerosakan yang disebabkan oleh struktur adalah berkait rapat dengan kesilapan yang berlaku sewaktu fasa rekabentuk lagi. Kesilapan sewaktu pembinaan atau pembebanan yang berlebihan dikenakan pada struktur yang boleh membahayakan keselamatan bangunan tersebut, manakala keretakan yang bukan diakibatkan oleh struktur pula selalunya disebabkan oleh daya dalaman di dalam bahan binaan yang digunakan namun begitu ia tidak menyebabkan kelemahan pada struktur tersebut

Enam jenis kecacatan yang biasa berlaku iaitu retak, kelembapan, mengelupas, kecacatan mengecat, kekaratan dan reput (Zuriani, 2003), beserta 14 jenis kecacatan lain termasuk kebocoran, bengkok serta pemendapan dan sebagainya (Mohd Zaki & Mohammad, 2006). Pasti semua pengamal binaan tidak mahu kecacatan berlaku kepada bangunan yang dibinanya kerana ia melambangkan halangan memenuhi

kehendak pembeli (Aagaard, de Place & Nielsen, 2010) maka, semahunya kecacatan mesti dihindari sejak peringkat rekabentuk dan pembinaan lagi.

Hasil analisis Ahmad (2004) berhubung faktor kecacatan konkrit di Malaysia, didapati tujuh jenis kecacatan biasanya berlaku pada struktur konkrit seperti retak, gagal penyambungan, bocor, pengaratan tetulang keluli, pemendapan, 'honeycombed' dan penyepaian konkrit. Beliau menyatakan bahawa punca kegagalan bangunan banyak dipengaruhi oleh faktor rekabentuk iaitu 40 hingga 60 peratus berbanding kerja-kerja pembinaan iaitu 20 hingga 35 peratus, manakala selebihnya adalah punca-punca lain. Walau bagaimanapun didapati sebanyak dua pertiga bangunan mengalami masalah kecacatan yang berkait dengan prestasi manakala satu perempat mengalami masalah berkaitan keretakan. Ini bermakna kesan kecacatan akibat keretakan adalah sangat mempengaruhi prestasi bangunan berbanding jenis-jenis kecacatan lain seperti bocor, berkarat, reput, berkulat, lembap, mendap, renggang dan melentur. Oleh itu, pengkaji akan memfokuskan untuk menilai prestasi rumah disebabkan oleh faktor keretakan pada elemen struktur.

Setelah meneliti dan menganalisa melalui ulasan karya pengkaji terdahulu (Jadual 2.10 dan 2.11) maka, penyelidik berjaya mengenalpasti beberapa jenis dan punca kecacatan yang sering terdapat pada bangunan atau rumah. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecacatan rumah sebenarnya telah dipengaruhi oleh usia rumah dan proses pembinaan telah dikenalpasti namun ia tidak berkait dengan saiz rumah. Secara ringkasya terdapat empat faktor utama yang telah mempengaruhi kecacatan rumah iaitu pada peringkat rekabentuk rumah, semasa pembinaan dijalankan, setelah rumah siap dan dihuni serta kesilapan yang tidak diramal. Terdapat beberapa sub

faktor yang akan menyokong kepada faktor utama berkenaan seperti faktor pemilihan bahan binaan, kurang maklumat, kaedah pembinaan, mutu kerja, kejahilan, serangan serangga serta penyelenggaraan.

Jadual 2.10.

Ringkasan Definisi dan Punca Kecacatan

| Pendapat | Definisi Kecacatan dan Punca Kecacatan |
|--|---|
| BS 3811, <i>Code of Practice British Standard</i> (1984) | Merosotnya ciri-ciri kualiti dari tahap yang tertentu menyebabkan hasil dan khidmat yang tidak memuaskan seperti keadaan asal atau tidak memenuhi kehendak penggunaan |
| Burden (2004) | Kecacatan merujuk kepada kekuatan yang berbeza atau tidak teratur, menyebabkan kelemahan, ketahanan, fungsi dan nilai kegunaan struktur terjejas. |
| Anuar dan Azlan (2011) | Bangunan berusia atau berada dalam keadaan terbiar tanpa penyelenggaraan |
| Adi Ifran (2012). | Kecacatan biasanya memaparkan gejala awal sebelum menjadi semakin teruk dan menyebabkan kegagalan bangunan |
| Ahmad (2004) | Pergerakan tanah, pembebanan berlebihan terhadap struktur, akibat perubahan fungsi bangunan dan akibat tindakan fizikal atau serangan kimia atau biologi. |
| Harith (2004) | Ketidakhadiran kontraktor, pekerja binaan dan bahan binaan yang bermutu rendah. |
| Md. Yusof dan Suriani (2012) | Mutu pembinaan yang rendah, rekabentuk bangunan, pemilihan bahan, iklim, keadaan biologi, serangan serangga dan lusuh. |

Sumber: Kajian Penyelidik (2018).

Jadual 2.11.

Ringkasan Jenis-jenis dan Komponen Kecacatan

| Pendapat | Jenis-jenis Kecacatan |
|-----------------------------|---|
| Zuraini (2003) | Retak, kelembapan, mengelupas, kecacatan mengecat, kekaratan dan reput. |
| Mohd Zaki (2006) | Kebocoran, bengkok serta pemendapan. |
| Wei & Thomas (2015) | Tersumbat, retak, rosak, bocor, tidak berfungsi, tercabut. |
| Che-Ani et al. (2013) | Lumut, retak, renggang, berkarat, rosak, bocor, tidak berfungsi. |
| Jenis-jenis Komponen | |
| Ishan et al. (2012) | Dinding merupakan komponen terbesar menyumbang kecacatan serta kemasakan lepaan sebagai sub-komponen utama. |
| Noor et al. (2010) | Dinding dan lantai komponen terbesar menyumbang kecacatan. |

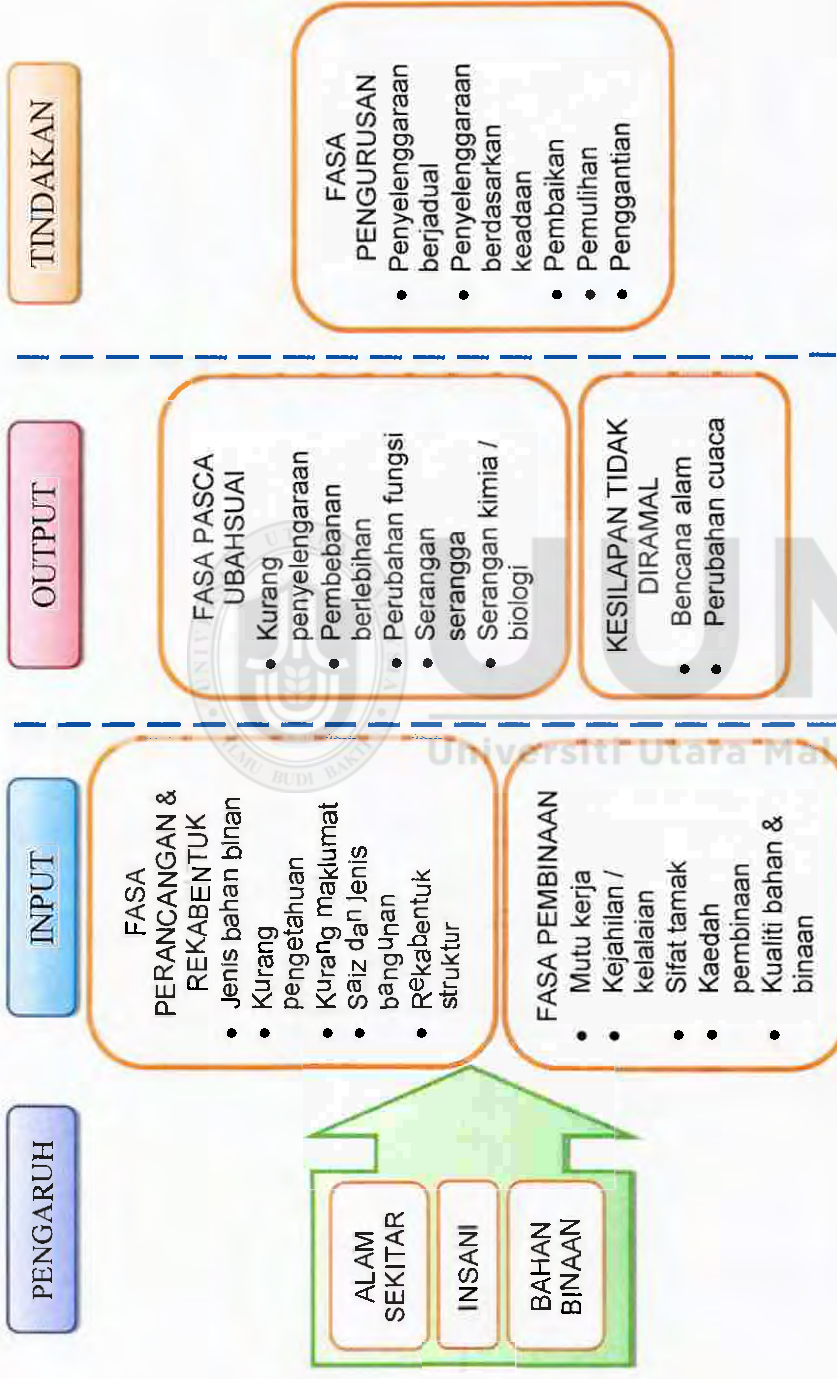
Sumber: Kajian Penyelidik (2018).

Kecacatan pada struktur umumnya terbahagi kepada dua bahagian iaitu kecacatan sebelum dan selepas pembinaan. Kecacatan sebelum pembinaan merujuk kepada kecacatan yang dikenalpasti sebelum pembinaan struktur bangunan dimulakan, Manakala kecacatan struktur selepas pembinaan adalah kerosakan yang didapati setelah ia dijadikan struktur bangunan. Pengamal binaan perlu mematuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh jurutera kerana kegagalan mematuhi spesifikasi tersebut akan menyumbang kecacatan yang bersifat kecacatan fizikal dan struktur.

Rajah 2.2 menggambarkan bagaimana pengaruh alam sekitar, bahan binaan dan insani pengamal binaan akan mempengaruhi output fasa pasca ubahsuai akibat daripada keterbatasan input semasa fasa perancangan dan rekabentuk serta fasa pembinaan. Ia akhirnya akan mempengaruhi fasa pengurusan iaitu fasa yang memerlukan tindakan oleh pemilik rumah untuk mengekalkan prestasi hartanahnya.

Dalam penyelidikan ini, kajian lapangan adalah lebih menjurus kepada kecacatan dan kerosakan elemen struktur bangunan. Konkrit merupakan salah satu bahan binaan yang banyak digunakan dalam industri binaan, ia digunakan sama ada pada struktur atau bahagian bukan struktur pada bangunan.

Apabila ia digunakan ia masih terikat dengan 'kitaran karbon' dan boleh rosak serta mengalami kecacatan akibat serangan agen-agen kerosakan seperti serangga dan kulat malah menjadi perkara lazim terutamanya dalam persekitaran tropika yang panas dan lembap. Walaupun begitu, kitaran ini boleh dihentikan dengan penelitian ketika rekabentuk dan penyelenggaraan yang berterusan (Coggins, 1980).



Rajah 2.2
Faktor-faktor Mempengaruhi Fasa Pengurusan Kecacatan Rumah
Sumber: Kajian Penyelidik (2018).

Pada keseluruhannya, punca kecacatan konkrit ini boleh dikategorikan kepada tiga kumpulan iaitu agen fizikal atau persekitaran, mekanikal dan kimia (Rajah 2.3). Ada di antara agen-agen ini tidak membawa kemusnahan yang ketara dan hanya menyebabkan turunnya nilai estetik terhadap bangunan. Umumnya kecacatan yang disebabkan oleh agen mekanikal adalah paling banyak menyumbang kepada kerosakan struktur yang serius semasa penggunaannya.



Rajah 2.3
 Agen Kecacatan Konkrit
 Sumber: Kajian Penyelidik (2018).

i. Agen fizikal atau persekitaran

Agen ini merujuk kepada kecacatan yang menjadikan konkrit kelihatan tidak sempurna dan kurang nilai estetikanya. Sifat-sifat agen fizikal bagi batu baur adalah sangat mempengaruhi prestasi konkrit iaitu seperti kekuatan, kekerasan, ketahanan, keliangan dan penyerapan air. Kecacatan disebabkan oleh kebakaran adalah dikategorikan sebagai kecacatan fizikal iaitu kesan pendedahan pada suhu yang tinggi akibat kebakaran menjadikan permukaan konkrit bergerutu serta rapuh (Flinn & Trojan, 1994).

ii. Agen mekanikal

Agen mekanikal lazimnya disebabkan oleh geseran sama ada yang dihasilkan semasa proses penyediaan atau penggunaan, kecacatan akibat proses pengendalian seperti kerja membancuh, memadat, mengering dan mengawet, dan akibat agen semula jadi seperti gabungan angin, air dan pancaran matahari yang dapat menyebabkan permukaan konkrit menjadi retak. Keadaan persekitaran sebenarnya mempunyai kesan yang besar terhadap ketahanan konkrit terutamanya pada bahagian luar bangunan. Pembebanan yang berlebihan (*over loading*) juga penyumbang kepada kegagalan struktur konkrit (Michael S. Mamlouk & John P. Zaniewski, 2011)

Permukaan konkrit yang terdedah kepada keadaan luar bangunan tanpa perlindungan cat atau bahan penyudah lain, terdedah kepada pengasaran dan kerosakan permukaan yang dikenali sebagai lulu hawa. Konkrit akan mengalami proses pengembangan dan pengecutan mengikut keadaan cuaca persekitaran, dalam cuaca yang lembap, konkrit boleh mengembang dan menyerap kelembapan persekitaran. Sebaliknya berlaku apabila cuaca kering kerana pengecutan konkrit berlaku. Proses pengeringan dan pengecutan ini akan mengakibatkan terjadinya keretakan pada permukaan liang konkrit. Agen-agen seperti sinaran matahari dan tiupan angin pula akan mempercepatkan proses pengeringan permukaan konkrit. Konkrit yang pecah di bahagian permukaan akan membenarkan kelembapan meresap lebih jauh ke dalam, akibatnya ia menjadi rapuh dan berlaku keretakan yang lebih besar. Luluhawa biasanya bukanlah masalah yang serius kecuali kesan terhadap rekabentuk yang dianggap sebagai kerosakan (Callister, 2006).

iii. Agen kimia

Kecacatan yang disebabkan oleh agen kimia pula dapat mengurangkan kesempurnaan dengan kesan menghakis struktur konkrit disamping dapat mengurangkan kekuatan konkrit yang sekali gus mendatangkan kecacatan yang lain. Antaranya adalah akibat pendedahan yang berterusan terhadap asid dan alkali, karat dan lembapan yang berterusan. Asid dapat menyebabkan konkrit menjadi lemah dengan permukaan yang berserabut berwarna putih. Keadaan berserabut terhasil yang mana filamen-filamen tajam berwarna putih kelihatan di permukaan (Callister, 2006, Mehta, 1993). Kecacatan ini banyak didapati pada kawasan yang mempunyai tahap pencemaran udara yang tinggi seperti di kawasan perindustrian. Manakala alkali pula, kesan kecacatan juga hampir sama namun lebih teruk kerana alkali menyerang komponen *lignin* dan *hemiselulosa* yang akhirnya akan menyebabkan konkrit kehilangan kekuatan dan menjadi lembut (Flinn, 1994). Tahap dan kesan kecacatan dalam kumpulan ini bergantung kepada jangka masa pendedahan, kepekatan bahan kimia dan suhu persekitaran yang menjadi pemangkin kepada kerosakan yang serius.

Kelembapan merupakan salah satu unsur utama yang menyebabkan kecacatan bahan dan komponen bangunan malah kebanyakan bangunan di Malaysia mengalami masalah kelembapan yang berpunca daripada air hujan yang memasuki bangunan (Abdul Hakim & Wan Min 1991). Kelembapan akan menyebabkan berlakunya proses pereputan dan struktur konkrit itu menjadi lemah jika terdapatnya kadar lembapan yang tinggi dalam suatu struktur tersebut. Air dapat meresap ke dalam konkrit dan seterusnya membolehkan agen-agen kerosakan lain seperti karat dan lumut membiak pada konkrit yang mengembang. Kadar kerosakan struktur konkrit

banyak bergantung pada kandungan kelembapan, kadar penyerapan kelembapan dan kesan persekitaran seperti hujan, pancaran matahari dan tiupan angin (Mehta & Monteiro, 1993). Semakin tinggi kadar kelembapan, semakin teruk kadar kerosakan boleh berlaku pada struktur konkrit. Jika semakin besar pendedahan konkrit pada pancaran matahari dan tiupan angin, semakin kurang kadar kerosakan kerana elemen-elemen tersebut membantu melambatkan penyerapan kelembapan ke dalam konkrit. Namun, pendedahan yang keterlaluan terhadap elemen-elemen tersebut juga boleh mendatangkan kesan kecacatan lain yang dikategorikan sebagai kecacatan mekanikal.

2.5.2 Pengelasan Keretakan

Ringkasan daripada buku-buku yang ditulis oleh Ahmad Ramly (2004) dan *Bureau of Indian Standard* (1999) telah menyatakan bahawa keretakan boleh dikelaskan sebagai retak struktur dan retak bukan struktur. Retak struktur adalah disebabkan oleh rekabentuk yang tidak betul. Kesalahan semasa pembinaan atau pembebanan yang berlebihan dan ini boleh membahayakan keselamatan bangunan. Retak struktur biasanya berlaku disebabkan oleh kelemahan pada elemen-elemen asas, rasuk dan tiang bangunan.

Retak merupakan kecacatan yang sering berlaku pada kebanyakan pembinaan. Jenis-jenis keretakan bangunan boleh dikategorikan kepada beberapa tahap keretakan iaitu sama ada retak estetik, kebolehhidmatan atau kestabilan, bentuk keretakan dan lebar keretakan disamping mengambil kira faktor lokasi, struktur atau elemen bangunan

berlakunya keretakan (Ahmad, 2004; Panchdhari, 2003; Johnson, 2002; Carillion, 2001; Building Research Establishment [BRE], 1991; Eldridge, 1976).

Keretakan tidak aktif ialah keretakan yang lebarnya tidak berubah setelah dicerap untuk jangka masa tertentu. Keretakan ini dibaiki dengan menggunakan bahan yang tegar *rigid*. Manakala keretakan yang aktif pula diistilahkan sebagai keretakan yang lebarnya berubah-ubah kerana pertambahan atau pengurangan beban dan apabila perubahan suhu berlaku. Bahan untuk membaiki keretakan ini hendaklah daripada jenis *flexible* kerana ia dapat membenarkan pergerakan keretakan tersebut.

Terdapat banyak keretakan yang boleh menyebabkan pengurangan serta-merta atau *immediate reduction* terhadap keselamatan yang menyebabkan pengurangan keluli dalam jangka masa yang panjang. Seterusnya masalah yang mempengaruhi struktur seperti kebocoran atau kerosakan terhadap lapisan kemasan yang akan merosakan pemandangan pada struktur tersebut (Aminul, 2015).

Keretakan dapat dibahagikan kepada tiga kategori, keretakan dipengaruhi had perkhidmatan, had runtuh dan tidak mempengaruhi had retak. Keretakan yang dipengaruhi had servis atau perkhidmatan, iaitu retak yang berupaya mengurangkan ketahananlasakan dan seterusnya keselamatan muktamad anggota struktur. Ia juga boleh berlaku akibat pesongan (*shear*) yang berlebihan. Keretakan juga mampu mengurangkan ketahananlasakan lapisan kekemasan dan kecekapan struktur untuk berfungsi (*Concrete Society*, 1992).

Punca retak telah dikenalpasti oleh Khan, M.S., (2006); Pirro, R. (2012); Emmons, P. (1993) iaitu retak disebabkan oleh hasil kerja pembinaan yang kurang baik (*poor workmanship*), pengecutan konkrit (*concrete shrinkage*), tindakbalas alkali, perubahan suhu yang melampau (*freeze/thaw*) dan pembebanan berlebihan (*overloading*). Keretakan boleh berlaku ketika konkrit belum mengeras dan konkrit setelah mengeras.

Retak berlaku dikebanyakan elemen bangunan, terdapat pelbagai jenis retak yang menyebabkan bangunan berada pada tahap berbahaya sehingga menjejaskan struktur. Keretakan yang mempengaruhi keadaan had runtuh merupakan retak yang mampu membawa kepada kegagalan struktur utama (*major failure*) dan mengurangkan tahap keselamatan struktur. Keretakan yang tidak mempengaruhi keadaan had retak jenis selain dari yang dinyatakan. Adalah sukar untuk mengasingkan setiap jenis keretakan yang dinyatakan.

2.5.2.1 Retak Struktur

Retak struktur terbahagi kepada dua iaitu retak akibat regangan (*strain*) dan retak akibat mampatan (*stress*). Retak akibat regangan berlaku disebabkan adanya penurunan permukaan tanah. Jika penurunan ini terjadi tidak secara serentak, ia akan mengakibatkan perubahan ketinggian pada bangunan yang menyebabkan aras bangunan tidak seragam. Karakter retak yang kelihatan adalah lebih lebar pada bahagian atas dan semakin menyempit pada bahagian bawahnya. Faktor penyebabnya antara lain, pemadatan konkrit yang tidak sekata, hakisan tanah di bawah asas akibat adanya aliran air di dalamnya, pembebanan pada dinding yang

tidak sekata sehingga menimbulkan beban tertumpu pada satu bahagian serta disebabkan berlakunya getaran atau gempa ringan (Oxley, 2002).

Retak akibat mampatan pula terjadi kerana adanya bebanan daripada atas yang harus dipikul oleh dinding dan daripada arah bawah dinding (desakan dari atas tanah) yang bertindak secara serentak. Glover dan Peter (2001) memaklumkan terjadinya retak mampatan bermula kerana tiang pada bangunan yang tidak mampu bekerja secara maksima. Ini kerana sebagian beban bangunan harus dipikul oleh dinding, manakala dari arah bawah ada desakan ke atas kerana berlakunya pergerakan tanah. Situasi ini juga disebabkan oleh ketidakmampuan asas bangunan untuk menampung lebihan beban, kecacatan pada rasuk atas atau rasuk bumi dan kecacatan pada struktur tiang juga boleh menyumbang kepada terjadinya retak mampatan pada struktur dinding.

Retak struktur bukan sebahagian besar disebabkan oleh tekanan dalaman pada bahan binaan dan ini secara amnya bukan secara langsung menyebabkan kelemahan struktur. Namun jika dibiarkan untuk tempoh yang lama kadang-kadang retak bukan struktur boleh merebak, kerana penembusan kelembapan melalui retak atau tindakan luluhawa, menyebabkan struktur menjadi tidak selamat.

Pengaratan tetulang keluli pada struktur konkrit bertetulang akan menyebabkan peningkatan dalam saiz garis pusat berbanding garis pusat asal tetulang keluli, tekanan yang kuat akan berlaku pada sekitar tetulang keluli maka, retak jejarian (*radial cracks*) puka akan berlaku (Rajah 2.4). Apabila terdapatnya garis retak maka agen-agen berikut seperti pengaliran udara, kelembapan dan pengumpulan garam lebih senang berlaku serta menyebabkan struktur konkrit bertetulang lemah.

Garisan retak ini mungkin boleh berlaku di sepanjang tetulang keluli berkenaan sama ada secara menegak atau secara melintang serta penggelupasan pada permukaan struktur konkrit akan berlaku. Manakala, jika pH konkrit melebihi 12.5 (keadaan biasa) ia akan mengakibatkan pengkarbonatan atau pengkloridaan pada keluli maka, pengurangan tetulang keluli boleh berlaku dengan mudah. Walaubagaimanapun tetulang keluli tidak akan berkarat jika tidak terdedah kepada agen-agen tersebut (Aminul, 2012).



Rajah 2.4
Retak disebabkan pengurangan tetulang
Sumber: Kajian Penyelidik (2018).

Retak struktur rasuk, kebiasaanya berlaku akibat kesilapan rekabentuk konkrit bertetulang (*reinforcement concrete design*), lebihan beban, tapak mendap, kekurangan atau kesilapan asas tapak (*footing*), gegaran, hakisan atau berlakunya gerakan struktur yang mungkin berpunca daripada gelinciran struktur tanah.

Retak struktur tiang, disebabkan agihan bebanan oleh struktur dibahagian atasnya, struktur sokongan dibahagian bawahnya beranjak atau jatuh dan juga disebabkan kesilapan rekabentuk konkrit bertetulang dalam aspek saiz serta jumlah tetulang atau gred konkrit yang digunakan. Oleh itu, spesifikasi rekabentuk hendaklah tepat.

Lantai retak, keretakan pada struktur lantai bawah adalah disebabkan mendapan tanah, kesilapan rekabentuk konkrit bertetulang dalam aspek saiz dan jumlah tetulang atau gred konkrit, tekanan beban berlebihan dan tidak ada pengembangan pada penyambungan sendi (*expension joint*). Mankala apabila struktur lantai bahagian atas atau lantai gantung retak, ia berpunca daripada tekanan beban, kekurangan pada penyambungan sendi (*lack of expansion joint*), lepaan simen, gegaran, struktur bergerak, rasuk lantai retak atau struktur lantai terlalu luas.

Umumnya, faktor kesilapan rekabentuk konkrit bertetulang, kesilapan anggaran beban kenaan (beban mati dan beban hidup) dan penyambungan pada sendi mestilah cukup merupakan punca utama berlakunya keretakan pada struktur.

2.5.2.2 Retak Bukan Struktur

Retak bukan struktur tidak membahayakan keselamatan bangunan, tetapi ia mungkin akan menjejaskan nilai estetik bangunan, ini kerana terdapat banyak garis retak berselerak pada elemen bangunan. Terdapat tiga jenis retak yang biasa kelihatan pada struktur iaitu retak halus (*crazing*), retak berselerak (*map cracking*) dan retak pengecutan (*shrinkage crack*).

Retak halus (*crazing*), ia terjadi kerana lepaan yang terlalu banyak serta pasir yang digunakan mengandungi banyak butiran halus. Ciri-ciri retaknya adalah:

- i. Membentuk jaringan retak yang halus, dangkal dan tidak bersambung,
- ii. Membentuk pola '*hexagonal*' dengan jarak retak 5 hingga 75 mm,

- iii. Terjadi dalam selang waktu beberapa jam setelah aplikasi lepaan.

Penentuan kecacatan rekabentuk konkrit bertetulang adalah berdasarkan kepada karektor keretakan dan kebanyakan kes bagi keretakan halus tidak melibatkan kes pengaratan keluli atau tindakbalas alkali pada agregat, ia tidak berbahaya dan tidak perlu dibaiki. Keretakan berlaku apabila daya tegangan melebihi kekuatan tegangan pada waktu ia berlaku.

'Map cracking' terjadi kerana penggunaan simen yang terlalu banyak serta lepaan yang dibiarkan terlalu cepat mengering semasa konkrit berkeadaan basah (*fresh concrete*). Ciri-ciri retak jenis ini adalah:

- i. Pola retakan menyerupai peta
- ii. Membentuk pola heksagon dengan jarak hingga 200 mm
- iii. Struktur retak cenderung lebih dalam dan bersambung

Retak pengecutan (*shrinkage crack*) pula terjadi akibat kandungan simen yang tinggi, mutu pasir yang rendah serta lapisan lepaan yang terlalu tebal. Berdasarkan faktor penyebabnya, retak pengecutan dapat dibezakan menjadi beberapa cara diantaranya retak pengecutan plastik yang biasa terjadi pada sudut tingkap. Pengecutan plastik terjadi akibat hilangnya kadar air yang berlebih semasa lepaan masih dalam keadaan basah atau plastik.

Beberapa keretakan boleh berlaku sebaik sahaja konkrit dituang iaitu konkrit pada tahap plastik. Jika keretakan pada tahap plastik ini berlaku pada struktur bertetulang,

ia akan menyebabkan pengaratan keluli berlaku kerana terdedah dengan persekitaran (Mohamed Abdel, Ab Rahman, Salihuddin & Mohd Warid, 2007).

Manakala retak pengecutan kering (*drying shrinkage*) pula berlaku akibat kandungan simen yang tinggi, mutu pasir yang rendah serta lapisan lepaan yang terlalu tebal. Pengecutan berkenaan disebabkan oleh perubahan isipadu lepaan konkrit semasa terjadinya proses tindakbalas kimia antara simen dan air atau pengecutan kerana karbonasi. Pengecutan ini terjadi pada konkrit yang sudah mengeras akibat terdedah kepada pengoksidaan ke dalam liang konkrit.

Keretakan konkrit pada tahap mengeras (*hardened concrete*) pula disebabkan oleh beban yang berlebihan, pergerakan asas bangunan, kebakaran ataupun konkrit yang terdedah kepada persekitaran yang teruk (Aminul, 2015). Oleh itu, kelestarian proses pembinaan adalah perlu sebagai langkah untuk mencegah atau meminimumkan berlakunya retak.

Klasifikasi retak semasa siasatan dijalankan terhadap kerosakan struktur konkrit, keretakan selalunya diklasifikasikan mengikut keadaan semulajadi, arah dan lebar keretakan. Klasifikasi retak berdasarkan arah keretakan juga memainkan peranan yang penting bagi mengetahui atau memilih kaedah pembaikan yang sesuai seperti:

- i. *Longitudinal cracks*, berlaku apabila tetulang keluli terdedah kepada pencemaran daripada persekitaran yang membolehkan proses pengaratan berlaku.

- ii. *Transverse cracks* yang berlaku mungkin serius ataupun tidak, ia bergantung kepada lebar keretakan, lokasi atau kawasan yang terdedah kepada persekitaran.
- iii. *Diagonal cracks* adalah berpunca daripada kegagalan ricih dan keretakannya terjadi secara tiba-tiba.
- iv. *Randoms cracks* biasanya tidak berbahaya melainkan keretakannya disebabkan oleh kebakaran atau kemusnahan oleh tindakan kimia di dalam konkrit.

Klasifikasi retak adalah berdasarkan saiz lebar iaitu retak rerambut *hairline cracks* (0.1 mm) berskala sangat kecil, retak halus (*fine cracks*) bersaiz 0.1 mm hingga 1.0 mm iaitu berskala kecil, retak sederhana (*medium cracks*) (1.0 mm – 2.0 mm) skala sederhana dan retak besar (*wide cracks*) (> 2.0 mm) berskala besar (Amirul, 2015).

Walaupun lebar retak kurang daripada 2.0 mm dianggap tidak berbahaya, tetapi ia memberikan gambaran rupa bentuk yang kurang menarik dan boleh membuatkan pengguna merasa ragu-ragu terhadap keselamatan struktur bangunan tersebut. Terdapat beberapa pihak yang terlibat dalam membuat keputusan seperti perunding, kontraktor dan pemilik. Salah seorang atau kesemua daripada mereka kemungkinan menjadi punca kecacatan dan kerosakan bangunan. Menurut Ahmad (2002), antara yang menjadi penyebab kecacatan bangunan berpunca daripada arahan pengurus projek yang tidak sekata, kekurangan maklumat, keputusan sering berubah-ubah, pemantauan yang sambil lewa juga turut mempengaruhi kecacatan bangunan.

Keretakan menjadi lebih aktif apabila lebarnya semakin bertambah dengan masa tertentu terutama jika keretakan ini disebabkan oleh berlakunya pengaratan keluli atau pergerakan asas bangunan. Kerja-kerja pembaikan keretakan aktif ini hendaklah didahului dengan mengenalpasti punca sebenarnya, jika tidak keretakan masih juga berlaku selepas pembaikan dilakukan.

Pemantauan terhadap keretakan biasanya tidak berbahaya kecuali disebabkan oleh pengaratan keluli. Jika keretakan halus yang berlaku, kerja-kerja pembaikan tidak perlu disegerakan. Kerja-kerja pemantauan amat diperlukan terutamanya bagi keretakan pada asas bangunan. Pergerakan keretakan boleh dikesan dengan menggunakan alat '*glass tell-tales*'. Keretakan yang disebabkan oleh struktur lemah atau tekanan suhu menunjukkan perubahan yang ketara dan memerlukan pemantauan yang teliti terhadap keretakannya. Jika struktur konkrit mengalami kemusnahan yang teruk, pemantauan terhadap keretakan akan memberikan peringatan bahawa kerja-kerja pembaikan hendaklah dijalankan dengan segera.

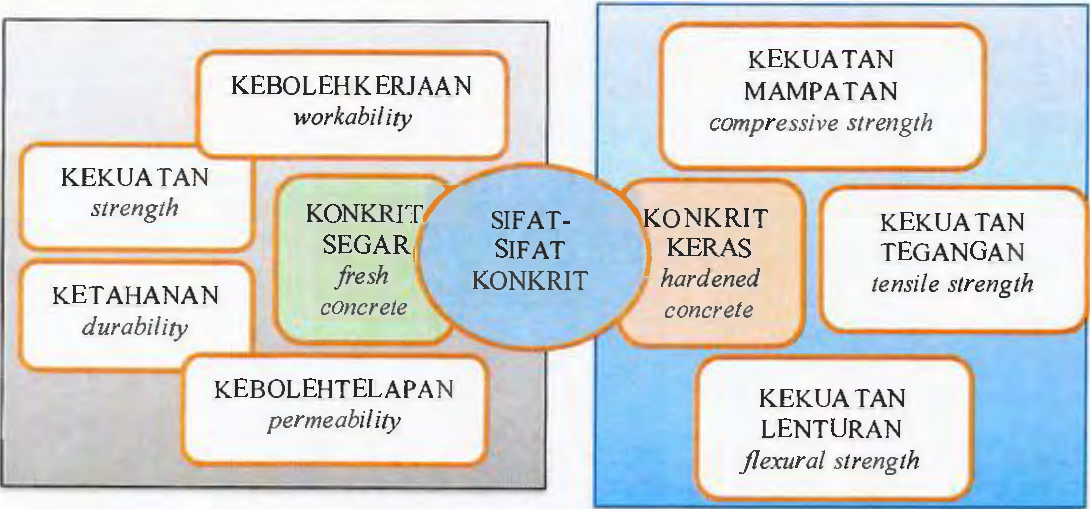
Retak pada dinding dapat dibahagikan kepada dua bahagian iaitu dinding tanggung beban dan dinding tidak menanggung beban. Retak besar pada dinding tanggung beban berlaku kerana mendapan tanah, gerakan atau hakisan tanah, kelemahan asas tapak yang telah retak atau melentur, kelemahan rasuk bawah, kenaan beban berlebihan dari bahagian atas dan kegagalan mortar simen.

Retak pada dinding tidak tanggung beban adalah berpunca daripada kesilapan rekabentuk asas tapak yang kecil atau tidak sesuai dan rasuk bawah yang retak atau patah. Manakala retak besar pada penyambung berlaku kerana perbezaan kandungan

kelembapan antara dinding baharu dan dinding asal atau tidak terdapat tetulang penyambung antara kedua-dua dinding berkenaan.

Retak kecil pada lepaan dinding berlaku disebabkan salah bancuhan bahan lepaan, batu bata terlalu kering dan kaedah melepa yang tidak sekata serta masa untuk mengikat ikatan bata panel dinding yang terlalu singkat, iaitu tidak mengikut amalan kerja bata yang menghadkan hanya empat lapisan batu-bata perhari (Mat Lazim Zakaria, 2005).

Rajah 2.5 memaparkan sifat-sifat konkrit ketika konkrit berkeadaan segar atau belum mengeras (*fresh concrete*) dan ketika konkrit telah mengeras (*hardened concrete*). Ia akan memberi kesan akhir apabila terdapat kesalahan semasa peringkat rekabentuk spesifikasi dan semasa pembinaan dijalankan iaitu keretakan pada struktur dan bukan struktur (D. K. Doran, 1995).



Rajah 2.5
Sifat-sifat Konkrit.
Sumber: Kajian Penyelidik (2018).

2.5.3 Faktor-faktor Kecacatan Struktur

Majoriti bangunan rendah di United Kingdom (UK) dibina menggunakan bata, blok konkrit atau batu dengan ikatan mortar. Bahan-bahan ini mempunyai kekuatan mampatan yang besar tetapi kemampuan bahan-bahan ini untuk menampung ketegangan adalah terhad. Akibatnya jika tekanan ketegangan meningkat kemungkinan keretakan kerap berlaku. Terdapat banyak sebab yang menyumbang kepada retak. Mungkin ada penyebab tunggal atau gabungan beberapa sebab, atau satu sebab utama dengan beberapa faktor penyumbang. Antara penyumbang kepada keretakan di UK (Johnson, 2001) adalah:

- i. Asas mendarap atau pergerakan asas bangunan berlaku. Ia disebabkan oleh pengembangan dan pengecutan tanah dengan perubahan dalam kandungan kelembapan, keruntuhan disebabkan tapak bekas lombong, kebocoran longkang yang menyebabkan tanah runtuh, gelinciran tanah, tanah tambakan dan tanah gambut.
- ii. Penyelesaian asas. Penyelesaian asas adalah pergerakan asas ke bawah yang disebabkan oleh beban yang dikenakan dari bangunan itu. Ini berlaku kerana tanah longgar, lembut dan tanah tidak mampat. Beban yang dikenakan dari asas memampat tanah yang menyokong asas. Walaupun penurunan atau penyelesaian boleh menyebabkan keretakan dan gangguan kepada fabrik bangunan itu, ia adalah penyelesaian yang menyebabkan kerosakan yang lebih serius.
- iii. Ketidaksesuaian bahan binaan
- iv. Tindak balas kimia bahan

- v. Pergerakan haba
- vi. Perubahan dalam kandungan kelembapan
- vii. Ketidakstabilan struktur.

Terdapat banyak dokumen yang diterbitkan menerangkan dengan lebih terperinci pelbagai punca keretakan dalam bangunan bertingkat rendah (*Institution of Structural Engineers*, 2000; Bonshor & Bonshor, 1996; BRE, 1991). Antara faktor-faktor penyebab keretakan bangunan berlaku seperti faktor penggunaan bangunan dan persekitaran menyebabkan keretakan (Eldridge, 1976), kesilapan pemilihan bahan binaan persekitaran (Carillion, 2001), persekitaran (Panchdhari, 2003) dan kesilapan kerja pembinaan (Ahmad, 2004). Kualiti pembinaan perumahan juga mencerminkan imej pemaaju (Josephon & Hammarlund, 1999). Kecacatan berlaku akibat kesilapan rekabentuk, kesilapan kaedah pembinaan dan penyalahgunaan bangunan (Mohd Zaki & Mohammad, 2006).

Retak pada permukaan atau pada sambungan tembok merupakan kecacatan yang paling lazim dialami dalam pembinaan tembok bata dan konkrit. Keretakan berpunca daripada beberapa kemungkinan seperti:

- i. Pengecutan dan pengembangan yang berlaku pada tembok bata kerana perubahan cuaca.
- ii. Mendapan berlaku kerana beban binaan yang berlebihan dikenakan atau kegagalan asasnya.
- iii. Kekurangan dalam aspek spesifikasi rekabentuk seperti besi tetulang yang tidak mencukupi.

- iv. Kesilapan dalam kerja dan pengawalan seperti bata tidak dibasahkan sebelum diikat, pengawetan tidak dilakukan, bancuhan mortar tidak mengikut nisbah yang ditentukan.
- v. Bahan-bahan yang bermutu seperti pasir mengandungi kelodak berlebihan.

Kerosakan dan kemusnahan pada struktur konkrit bertetulang memerlukan penyenggaraan minimum walaupun ia mempunyai ketahanan lasakan yang tinggi berbanding bahan binaan lain. Ini disebabkan oleh konkrit tersebut akan mengalami kerosakan seperti keretakan atau kemusnahan disebabkan oleh beban berlebihan atau keadaan persekitaran (Oxley, 2002).

Kemusnahan yang dialami oleh konkrit pula mengambil masa yang lama setelah binaan siap. Berdasarkan pengalaman, kemusnahan konkrit ini agak sukar dikenalpasti puncanya. Pembaikan keatasnya biasanya memerlukan kerja-kerja pembaikan semula memandangkan kesukaran mengenalpasti punca sebenar berlakunya kemusnahan konkrit. Kerosakan pada konkrit atau kemusnahan konkrit boleh dikatakan berlaku apabila keretakan mula kelihatan. Dengan itu penyiasatan terhadap jenis atau corak keretakan adalah petanda awal untuk mengetahui punca-punca yang menyebabkan kerosakan atau kemusnahan konkrit itu berlaku.

Bagi memastikan kaedah pembaikan yang sesuai dijalankan, beberapa proses perlu dilakukan dengan teliti mengikut langkah-langkah berikut (Ahmad Ramly, 2002):

- i. Pemeriksaan awal di tapak bangunan.
- ii. Penyiasatan dan ujian makmal terhadap sampel dijalankan.

- iii. Menganalisa dan membuat kesimpulan tentang jenis kerosakan.
- iv. Menentukan kaedah pembaikan serta kosnya.
- v. Kerja-kerja pembaikan dilakukan.
- vi. Kerja-kerja pemantauan terhadap pembaikan kerosakan dijalankan.

Sebelum menilai tahap kerosakan yang dialami oleh konkrit dan kaedah untuk membaikinya, maka kerja-kerja pemeriksaan dan penyiasatan bagi menentukan punca kerosakan tersebut perlu dilakukan terlebih dahulu. Contoh kes seperti kebakaran, kerosakan konkrit jenis ini boleh dilihat dengan nyata. Waiau bagaimanapun kerosakan yang lain memerlukan penyiasatan dan ujian-ujian tertentu bagi menentukan punca kerosakannya. Tidak semua kerosakan berlaku secara tiba-tiba, contohnya pemendapan yang berlaku pada asas bangunan atau lebihan beban, keretakannya berlaku dengan mengambil masa yang panjang.

Didapati terdapat beberapa sebab berlakunya keretakan pada bangunan iaitu:

- i. kebanyakan bahan binaan akan terpengaruh dengan perubahan suhu, bila sejuk dan panas (pengembangan dan pengecutan).
- ii. reaksi kimia yang berlaku pada bahan binaan yang menyebabkan bahan binaan tersebut mula lemah, contohnya pengaratan pada tetulang lantai atau tiang konkrit.
- iii. pengecutan konkrit berlaku apabila nisbah air yang sedikit atau nisbah simen yang berlebihan sewaktu campuran untuk kerja melep, ia boleh menyebabkan dinding mudah retak.

- iv. pergerakan tanah di sekitar tapak bangunan boleh berlaku contohnya apabila terdapat beban yang bertambah dan tidak sekata pada kawasan tersebut, serta struktur sokongan bangunan iaitu asas yang tidak sesuai boleh menjurus ke arah keretakan juga.
- v. Bencana alam gempa bumi, struktur bangunan boleh retak sebabkan ini.

Apabila berlaku keretakan, bagaimana keadaan keretakan itu berlaku, adakah keretakan yang minimal pada permukaan kemas, retak rerambut (*hairline cracks*) pada dinding atau pengecutan konkrit. Cara pemulihannya adalah dengan melepa (*patch*) dan cat semula dinding tersebut. Tetapi jika keretakan tersebut melibatkan keretakan struktur, maka banyak langkah-langkah yang perlu diambil agar ia tidak merebak bagi memastikan bangunan itu selamat digunakan.

Daripada pemerhatian awal terhadap bangunan ini, didapati keretakannya melibatkan keretakan struktur (Mohd Nazaruddin, 2004). Punca berlaku keretakan mungkin disebabkan pergerakan tanah di sekitarnya, kerana bangunan ini terletak mempunyai system perparitan atau longkang untuk mengalirkan air hujan keluar daripada tapak dengan cepat. Selain itu, terdapat struktur dinding tambahan yang dibina ditapak tanpa mengambil kira kemampuan asas sedia ada untuk menerima beban.

Daripada ringkasan faktor-faktor kecacatan di Jadual 2.12 maka, tidak hairanlah jika terdapat dinding yang dibina di tingkat atas, tapi bahagian bawahnya tidak ada sebarang penyokong seperti rasuk atau tiang, ia kelihatan terapung di lantai. Bagaimana beban dinding itu dipindahkan? Adakah beban tersebar luas ke lantai? Ini merupakan kesalahan rekabentuk penambahan struktur yang tanpa mengambil kira

struktur asas, ada struktur yang dibuang/diganggu, persekitaran yang tidak disenggara dengan baik dan sebagainya telah berlaku.

Jadual 2.12.

Ringkasan Faktor-faktor Kecacatan.

| Pendapat | Faktor-faktor Kecacatan |
|-------------------|---|
| Eldridge (1976) | Penggunaan bangunan dan persekitaran |
| Carillion (2001) | Kesilapan pemilihan bahan binaan persekitaran |
| Panchdhari (2003) | Persekitaran |
| Ahmad, J. (2004) | Kesilapan rekabentuk, bahan binaan, geoteknik, kaedah pembinaan dan kesilapan tidak diramal |
| Mohd Zaki (2006) | Kesilapan rekabentuk, kesilapan kaedah pembinaan dan penyalahgunaan bangunan |
| Oxley (2002) | Kerosakan konkrit disebabkan oleh bebanan berlebihan atau keadaan persekitaran |

Sumber: Kajian Penyelidik (2018).

2.6 Ukur Kondisi Pemeriksaan Rumah

Pemeriksaan bangunan boleh dilakukan dalam dua kaedah iaitu pemeriksaan secara visual dan pemeriksaan secara terperinci oleh pemeriksa bangunan (JKR, 2014). Ukur kondisi terbahagi kepada tiga protokol iaitu Protokol 1, adalah ditakrifkan sebagai pemeriksaan secara visual; Protokol ke-2, adalah kaedah ujian bukan pemusnah (*non-destructive testing [NDT]*); dan Protokol ke-3 iaitu kaedah pengambilan sampel atau ujian pemusnah (*destructive testing [DT]*).

Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR 2014) juga telah membangunkan '*Building Condition Assessment*' (BCA) melalui Garis Panduan Pemeriksaan dan Penilaian Keadaan Bangunan Bagi Tujuan Penarafan Bangunan Sedia Ada. Iaitu suatu penilaian kondisi bangunan yang hampir setara dengan Matrik CSP1.

Matrik CSP1 merupakan satu sistem penarafan pemeriksaan bangunan iaitu sebagai alat untuk menilai dan menaksir kecacatan bangunan semasa pengumpulan data dilaksanakan serta menyediakan hasil dalam bentuk analisis bernombor yang diperkenalkan oleh Che-Ani, Tazilan dan Kosman (2011), ia sesuai digunakan pada semua jenis bangunan. Ahmad (2008) menyatakan, pemeriksaan merupakan satu pengujian terhadap sesuatu bahan atau produk.

Pendapat Wordsworth (2011), prinsip pemeriksaan bangunan iaitu pemeriksaan bagi mengukur kualiti, proses suatu produk perlulah dilakukan mengikut piawaian yang ditetapkan oleh pihak pemeriksaan bangunan. Menurut Chandler (1995), penilaian keadaan fasiliti adalah proses pemeriksaan kesemua komponen bangunan, infrastruktur, kelengkapan kejuruteraan dan elektrik, kerangka bangunan, struktur dalaman, kemasan serta tapak bangunan.

Menggunakan Indeks Kerosakan Rumah (IKR) kaedah pemeriksaan Matrik 'Condition Survey Protocol' CSP (Protokol 1) bagi rumah teres oleh Ishan et al. (2012), mereka mendapati sebanyak 63 peratus daripada unit rumah teres baharu siap yang berada pada skala rosak-sederhana rosak (Khoiry et al., 2012). Pemeriksaan ini menunjukkan bahawa prima fase kerosakan rumah pasca pengubahsuaian mungkin berlaku dan memerlukan pemerhatian sewajarnya.

Kajian dengan menggunakan gabungan kaedah CSP 1 dan ujian NDT oleh Noor et al., (2010) di Taman Warisan, Puchong, Selangor mendapati, frekuensi retak bagi kategori lebar retak sederhana hingga sangat besar terdapat pada komponen rumah diubahsuai, iaitu melibatkan retak kestabilan pada elemen dinding dan lantai yang

memberi kesan terhadap integriti struktur rumah tersebut berbanding rumah asal yang hanya mengalami retak estetik.

Dalam pengurusan kecacatan pembinaan pendekatan teknologi seperti '*Radio Frequency Identification*' (RFID), '*Personal Digital Assistant*' (PDA), dan imbasan lazer digunakan (Park, Kim, Kim, & Kim, 2011; Kim, Oh, Cho & Seo, 2008), *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) serta *Rebound Hammer* (Bayan, Bestoon, Sabr & Sirwan, 2015; Laith & Asmaa, 2014; Mahdi, Nor Hafizah, Mohammad, Payam & Hamid, 2011; Anwar, Hattori, Ogata, Ashraf & Goyal, 2007).

2.6.1 Kaedah Ujian Gabungan

Beberapa pengkaji seperti Mohammadreza et al. (2012); Akash, Ankit, Adarsh, Yogesh dan Krishna (2013); Jen-Chei, Mou-Lin dan Chang-Huan (2009); dan Olowofoyeku dan Olutoge (2013) telah menggunakan gabungan kedua-dua peralatan '*non-destructive test*' (NDT) iaitu *Schmidt rebound hammer* (SRH) dan *ultrasonic pulse velocity* (UPV) didalam kajian masing-masing. Mereka masing-masing menguji kiub konkrit yang berumur tujuh hingga 90 hari yang disediakan di makmal, pada gred konkrit yang berbeza iaitu antara gred 20 hingga 60. Keputusan ketiga-tiga kajian oleh pengkaji berbeza menunjukkan bahawa terdapat korelasi dan kebolehpercayaan yang tinggi berhubung dapatan kekuatan mampatan bagi kedua-dua peralatan NDT tersebut iaitu dengan ketepatan antara ± 15 hingga ± 20 . Ini bermakna gabungan kedua-dua peralatan NDT ini sangat sesuai untuk pengkaji gunapakai, ini kerana korelasi mencapai 0.962 yang menunjukkan bahawa kaedah yang dicadangkan mempunyai rujukan nilai. Oleh itu, jurutera dan juru ukur

bangunan boleh menggunakan pendekatan yang komprehensif ini untuk membangunkan kaedah NDT bagi menentukan kekuatan konkrit.

Korelasi gabungan penggunaan UPV dan smidth rebound hammer untuk mengukur kekuatan mampatan konkrit (*compressive strength of concrete*) adalah tepat serta kejituan sehingga ± 15 hingga ± 20 pratus (Mohammadreza et al., 2012). Kekuatan mampatan konkrit adalah penting untuk memaparkan kualiti struktur konkrit (Aydin & Saribiyik, 2010; Oz dan Turkmen, 2010).

Kaedah kajian ini disokong oleh Samia dan Mohamed (2012) apabila kaedah gabungan NDT digunapakai dalam sampel kaedah ujian pemusnah (*destructive test - DT*) iaitu sampel struktur konkrit pelbagai elemen yang ditebuk pada bangunan tiga tingkat di Algeria. Hasil kajian melalui analisis regresi mudah mendapati korelasi dan kebolehpercayaan teknik menganggarkan kekuatan mampatan konkrit di tapak menunjukkan nilai R-square antara 0.3983 dan 0.5452.

2.6.2 Ujian Secara Visual

Ukur kondisi Protokol 1, adalah ditakrifkan sebagai pemeriksaan secara visual. Ukur kondisi pemeriksaan Matrik CSP1 (Protokol 1) telah digunapakai didalam beberapa kajian di Malaysia antaranya, *The Development of Smart School Condition Assessment Based on Condition Survey Protocol (CSP1) Matrix: A Literature Review* oleh Hamzah et al. (2010) dan kajian oleh Ishan et al. (2012) bertajuk *Pembangunan Indeks Kecacatan Rumah Bagi Perumahan Teres*. CSP1 digunakan untuk menilai keadaan rumah berkenaan.

Maksud pemeriksaan visual ialah penggunaan deria penglihatan sebagai medium penyiasatan. Pemeriksa bangunan akan mencatat dan menilai hasil pemeriksaanya menggunakan borang semak dan bantuan sebuah kamera digital dengan kemudahan zoom yang ringkas sudah memadai (Ahmad, 2004). Ramly (2007), Ahmad (2004) dan Glover (2003), menggunakan peralatan seperti kamera, borang jadual semak keadaan rumah dan buku log dalam menjalankan ukur kondisi secara visual. Namun begitu terdapat beberapa peralatan sampingan lain untuk memudahkan pengukuran digunakan seperti '*crack comparator*', lampu suluh, '*feeler gauges*' (untuk mengukur lompong, celah dan retak kecil), dan pita ukur.

Kecacatan yang terdapat pada bangunan yang melibatkan penyenggaraan atau operasi bangunan turut dipengaruhi oleh kecacatan yang berlaku dalam proses pembinaan (Josephon & Hammarlund, 1999). Che-Ani, Zaharim, Zain, Mohd-Tawil, dan Surat (2009) menyediakan kriteria yang direka khusus untuk menilai keadaan rumah kayu.

M. Mahli et al. (2012) dan Che-Ani et al. (2012) telah menggunakan kaedah pemeriksaan secara visual dalam kajian kondisi bangunan sekolah dan rumah teres baharu siap seraya membangunkan skala pemarkahan yang dikenali sebagai Indeks Kecacatan Rumah (IKR) (Jadual 2.13). pengkaji akan menggunakan IKR ini kerana kesesuaiannya di dalam kajian ini.

IKR boleh digunapakai untuk menentukan IKR keseluruhan bagi projek perumahan (Adi Ifran et al., 2011). Metodologi penyelidikan terbahagi kepada dua proses utama iaitu pemeriksaan fizikal keadaan bangunan dan analisis data yang dikumpulkan.

Indeks ini telah dibangunkan bersama oleh Adi Irfan, Ishan Ismail, Norngainy Mohd Tawil, Mohd Zulhanif Abdul Razak dan Hafsa Yahaya, penyelidik daripada Universiti Kebangsaan Malaysia dan Twintech International University College of Technology pada tahun 2012 untuk meringkaskan lagi proses penyediaan laporan penyiasatan prestasi fizikal bangunan.

Ishan et al. (2012), telah mengenengahkan nilai pemberat bagi menilai kecacatan bagi 19 komponen rumah iaitu pemberat 0.414 bagi komponen dinding iaitu pemberat paling besar manakala nilai pemberat terkecil 0.001 bagi komponen salur air dan penopang. Manakala Adi Irfan et al. (2011), telah memperkenalkan Indeks Kerosakan Rumah (IKR) untuk CSP1 dengan menggunakan skala Likert 1 hingga 5 iaitu matrik untuk penarafan tahap kecacatan bagi mendapatkan perincian sebenar prestasi rumah. Setiap kecacatan direkodkan mengikut perincian penilaian CSP1 dan akan didarabkan dengan kedudukan penilaian keutamaan (skala 1 hingga 4) untuk menentukan matrik prestasi rumah. Hasil darab akan menunjukkan skor antara 1 hingga 20 digunakan, manakala tiga kod warna iaitu hijau (skor 1 hingga 4) yang menunjukkan prestasi rumah pada keadaan normal, kod warna kuning (skor 5 hingga 12) pula menunjukkan prestasi rumah pada keadaan kecacatan kecil dan kod berwarna merah (skor 15 hingga 20) menunjukkan parameter rumah berkeadaan usang dan memerlukan pembaikan segera. Penarafan ini telah digunapakai dan diakui bermanfaat oleh Ishan et al. (2012).

Kaedah analisis CSP1, IKR dan pelaporan berbentuk ringkasan eksekutif yang telah dibangunkan oleh Adi Irfan ini menjadikan ia mudah untuk mengenal pasti tahap keseriusan setiap kecacatan semasa pemeriksaan rumah berbanding kaedah

tradisional yang memerlukan penyediaan laporan yang panjang serta agak kabur (Hamzah et al., 2010).

Jadual 2.13.
Kaedah Pemeriksaan Secara Visual

| Pendapat | Kaedah Pemeriksaan Secara Visual |
|---|---|
| M.Mahli, Che-Ani, Tawil, Abd Razak, Abdullah (2012) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Penyelenggaraan bangunan sekolah di Kuching. 2. Menilai kaitan antara usia sekolah dengan jumlah kerosakan. 3. Pengmpulan data- aspek luaran, dalaman dan bumbung. 4. Penemuan - tahap sederhana-daif(usia 11 hingga lebih 20). 5. Teori, semakin berusia sekolah semakin banyak kerosakan. 6. Tindakan, pemantauan dan penyelenggaraan segera. |
| Che-Ani, Ismail, Tawil, Abd Razak, Yahaya (2012) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Rumah teres baru siap di Selangor. 2. Membangunkan Indeks Kecacatan Rumah (IKR). 3. 4 peringkat kaedah penyelidikan – ukur kondisi <ol style="list-style-type: none"> i. pemeriksaan Matrik CSP I, oleh Juruukur Bangunan, ii. pemeriksaan pra penyerahan (PDI), setelah pembaikan kecacatan dilakukan, iii. pemeriksaan pelanggan (CIF), oleh pelanggan & pemaaju setelah PDI, sebelum menerima kunci rumah, iv. tinjauan kepuasan pelanggan (CSS), setelah CIF oleh pembeli. 4. Penemuan, <ol style="list-style-type: none"> i. (CSP I) rosak-sangat rosak, skala 4-5, ii. (PDI) sederhana rosak, skala 3, iii. (CIF) agak rosak, skala 2, iv. (CSS) agak tinggi, skala 3. 5. Teori, hubungan signifikan pemeriksaan dan pembaikan. 6. Tindakan, digunapakai untuk menentukan IKR bangunan. |

Sumber: *Kajian Pengkaji (2018).*

2.6.3 Kaedah Ujian Tanpa Musnah (*Non-destructive Testing*)

Kaedah ujian bukan pemusnah ‘*non-destructive testing*’ (NDT) iaitu kaedah ujian yang dijalankan pada permukaan struktur konkrit, tanpa meninggalkan kesan kecacatan pada struktur, ia biasanya digunakan sebagai asas perbandingan dan penilaian antara konkrit yang baik dan sebaliknya. Ujian ini merupakan ujian awalan

yang perlu dilakukan pada struktur sebelum diambil sebarang keputusan (Mahyuddin, 1991). Kekuatan komponen rumah dapat diuji menggunakan pelbagai peralatan kejuruteraan tetapi, bagi maksud kajian ini penggunaan peralatan UPV dan Schmidt Hammer digunapakai.

Kaedah pengujian NDT ini dijalankan berdasarkan ASTM (ASTM C 597-83. (1991). Pengujian terhadap konkrit keras penting dalam pembinaan struktur konkrit, khususnya untuk mengawal kualiti konkrit. Kawalan kualiti yang baik semasa pembinaan adalah pemangkin dalam menghasilkan sebuah struktur konkrit yang tahan, selamat malahan menjimatkan kos penyelenggaraan yang banyak jika terdapat kecacatan pada struktur berkenaan.

Pengukuran ini bertujuan untuk menguji kekuatan komponen atau struktur rumah terutama yang diperbuat daripada konkrit, keluli dan kayu (Ahmad, 2004). Ia dilakukan untuk mengetahui kadar dan punca lenturan, anjakan (*displacement*) berlaku dan ketidakpastian terhadap sesuatu kerosakan maka, kaedah NDT digunakan (Sanjeev, Sudhir & Saleem, 2013). Penggunaan alatan ultrasonik akan dapat diketahui sama ada struktur atau komponen tertentu telah hilang kekuatannya dan ke arah mana garisan kelemahan wujud.

2.6.3.1 Ujian Tukul Anjal *Rebound Hammer*

Ujian ini telah mula dipopularkan pada akhir tahun 1940-an oleh jurutera Switzerland Ernst Schmidt. Ia sangat meluas digunakan, lazimnya untuk penilaian kekerasan permukaan struktur konkrit serta perubahan ciri-ciri konkrit pada struktur

dengan berpandukan prinsip tenaga pantulan. Alat ini menggunakan sejenis tukul yang dikawal oleh pegas, pegas berfungsi untuk memberikan tenaga pantulan secara automatik apabila ia ditekan pada permukaan konkrit. Bacaan skala pada tukul anjal terhasil daripada tindakan pantulan berkenaan, nilai pantulan ini sangat peka terhadap sebarang perubahan setempat, khususnya jenis agregat dan tekstur permukaan konkrit.

Ujian ini digunakan untuk menunjukkan perbandingan sama ada struktur berkenaan merupakan konkrit tumpat, konkrit yang kurang baik atau berongga. Lazimnya pengumpulan data pada spesimen dilakukan dengan menggunakan kaedah grid (Muftah & Mohd Syahrul Hisyam, 2012). Walau bagaimanapun Mahyuddin (1991) menyatakan bahawa ciri-ciri konkrit seperti nisbah bancuhan, saiz agregat, ketumpatan, pemadatan, jenis permukaan konkrit, umur struktur konkrit, kaedah pengawetan, kadar pengerasan, kelembapan, tegasan dan pengaruh suhu boleh mempengaruhi bacaan hasil pengujian penilaian kekerasan permukaan struktur konkrit.

Pada dasarnya, ujian ini hanya akan memberikan bacaan kualiti konkrit pada kedalaman 30 mm dari permukaan konkrit. Dalam BS 1881: Bahagian 202 dan Neil dan Ravindra (1996) menyatakan bahawa semasa penentuukuran, silinder Schmidt Hammer hendaklah dipegang dengan kuat, tanpa sebarang pergerakan dan secara sudut tepat 90⁰ untuk mendapatkan ukuran yang jitu. Ujian ini digunakan untuk menyemak keseragaman adunan konkrit, menentukur kehausan permukaan lantai dan menganggarkan kekuatan konkrit dalam struktur.

Faktor yang mempengaruhi ujian ini adalah kandungan simen dalam konkrit. Konkrit yang mengandungi nisbah simen yang tinggi akan memberikan nilai bacaan pantulan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan konkrit yang berkekuatan sama tetapi dengan kandungan simen yang lebih sedikit (Masato, Toyota & Yoshifumi, 2002).

Schmidt Hammer tidak sesuai untuk menguji perbezaan kekuatan akibat pemadatan yang tidak sekata. Sekiranya konkrit tidak dipadatkan dengan sempurna, nilai bacaan yang diperolehi dari ujian adalah diragui. Ujian ini perlu dilakukan pada permukaan yang rata atau licin dan permukaan struktur yang kering sahaja, jika sebaliknya julat bacaan masing-masing akan menjadi lebih tinggi dan mencatat nilai yang lebih rendah (BS: 1881: Bahagian.202). Jadual 2.14 menunjukkan klasifikasi penarafan kekuatan mampatan konkrit berpandukan BS: 1881: Bahagian.202.

Jadual 2.14.
Klasifikasi penarafan kekuatan mampatan konkrit menggunakan peralatan Schmidt Hammer.

| Kekuatan Mampatan (MPa) | Kualiti Konkrit (Penarafan) |
|-------------------------|-----------------------------|
| 40 dan keatas | Sangat baik |
| 30 hingga 40 | Baik |
| 20 hingga 30 | Sederhana |
| Kurang 20 | Diragui |
| 0 | Sangat lemah |

Sumber: BS:1881: Bahagian202 (1986).

Hasilan ujian ini amat penting untuk mengenali jenis, simpton kecacatan rumah dan bagaimana sesuatu bahan bertindak atau menjadi pemangkin kepada sesuatu kerosakan (Johar, Ahmad, Che-Ani, Tawil & Utaborta, 2011). Ujian ini sesuai untuk menyemak keseragaman adunan konkrit, menentukur kehausan permukaan lantai dan menganggarkan kekuatan konkrit dalam struktur. Schmidt Hammer tidak sesuai untuk menguji perbezaan kekuatan akibat pemadatan yang tidak sekata. Sekiranya

konkrit tidak dipadatkan dengan sempurna, nilai bacaan yang diperoleh dari ujiannya adalah diragui. Faktor yang mempengaruhi ujiannya ini adalah kandungan simen dalam konkrit. Konkrit yang mengandung nisbah simen yang tinggi akan memberikan nilai bacaan pantulan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan konkrit yang berkekuatan sama tetapi dengan kandungan simen yang lebih sedikit (Masato, Toyota & Yoshifumi, 2002).

2.6.3.2 Ujian Halaju Denyutan Ultrasonik

Ujian ultrasonik dilakukan dengan menggunakan kuasa elektrik untuk mengukur kelajuan gelombang denyutan yang merentasi sesuatu ruang. Penggunaan ujian halaju denyutan ultrasonik atau '*ultrasonic pulse velocity*' UPV ini adalah berdasarkan piawaian BS 1881: Bahagian 203. Ia digunakan sebagai ujian permukaan bagi tujuan untuk menganggarkan sifat-sifat konkrit seperti ketumpatan, kekuatan dan keretakan (Mahyuddin, 1991).

Prinsip asas penggunaan alat ini adalah berdasarkan kelajuan denyutan melalui sampel konkrit berkadaran dengan masa dari alat pemancar ke alat penerima. Denyutan voltan ulangan yang terjana akan berubah bentuk kepada tenaga mekanik yang merentasi bahantara konkrit pada jarak tertentu. Tenaga mekanik ini kemudiannya bertukar kepada denyutan elektrik dengan frekuensi yang sama, iaitu dengan ketepatan hampir 1.0 peratus. Pengukuran denyutan ultrasonik melalui konkrit sesuai digunakan untuk tujuan berikut seperti mengukur keseragaman adunan konkrit dalam anggota struktur, menentukan kehadiran keretakan, lompong dan kecacatan lain di dalam konkrit, mengukur perubahan sifat konkrit dalam suatu

jangkamasanya tertentu, menentukan kualiti konkrit melalui perkaitan antara kelajuan denyutan dengan kekuatan konkrit serta menentukan modulus elastik dan nisbah 'dynamic poisson's' bagi konkrit.

Faktor suhu boleh memberi kesan terhadap kejituan bacaan yang diambil. Suhu konkrit pada julat 10°C hingga 30°C tidak memberikan kesan ketara terhadap nilai ujian. Kaedah ini digunapakai untuk mengesan keretakan dalaman, kemerosotan disebabkan oleh persekitaran kesan tindakbalas kimia kerana pengembangan dan pengecutan (Aminul, 2015).

Jadual 2.15

Klasifikasi penarafan kualiti konkrit menggunakan ujian UPV.

| Halaju Denyutan (km/s) | Kualiti Konkrit (Penarafan) |
|------------------------|-----------------------------|
| 4.5 dan keatas | Sangat baik |
| 3.5 hingga 4.5 | Baik |
| 3.0 hingga 3.5 | Sederhana |
| Dibawah 3.0 | Diragui |

Sumber: BS:1881 (Bah. 203) (1986).

UPV adalah diklasifikasikan kepada tiga kategori kaedah pengukuran, kaedah secara langsung, tidak langsung dan separa langsung (BS:1881: Bahagian 203, 1986), (ASTM C 597-83, 1991) dan (Mahyuddin, 1991). Jadual 2.15 menunjukkan klasifikasi penarafan kualiti konkrit berpandukan BS:1881: Bahagian.203. Kaedah pengukuran secara langsung memberikan hasil yang paling tepat, ia lazimnya digunakan pada spesimen struktur rasuk, tiang dan dinding, walaubagaimanapun jika saiz struktur tersebut adalah terlalu besar atau terdapat halangan-halangan tertentu seperti dinding yang luas dan struktur lantai kaedah ini kurang sesuai digunakan. Ini kerana bagi struktur lantai hanya kaedah pengukuran tidak langsung sesuai digunakan.

Ujian UPV menggunakan teknik ultra-sound berpanduan B.S. 1881: Bahagian 203 yang terdiri daripada dua transduser 54 KHz iaitu transduser penghantar dan juga transduser penerima, dan bar penentuukur. Bagi menilai mutu kekuatan konkrit dengan cara denyutan ultrasonik terhadap masa perjalanan melalui struktur yang diuji, ketepatan ukurannya adalah penting.

Jarak dan masa laluan boleh memberikan ketepatan dalam lingkungan $\pm 1\%$. Terdapat tiga kaedah mengukur halaju denyutan pada konkrit, ia bergantung kepada cara penyusunan transdusernya iaitu kaedah penyusunan transduser berlawanan arah, kaedah transduser disusun bersebelahan dan kaedah transduser disusun bersebelahan (Neil & Ravindra, 1996).

UPV digunakan untuk menilai kualiti konkrit untuk komponen struktur yang berbeza seperti rasuk, tiang, kerangka bumbung dan lantai (Sahu dan Jain, 1998). Manakala konkrit dengan ketumpatan $2,400 \text{ kg/m}^3$ dianggap sangat baik untuk 4.5 km/s dan ke atas, baik untuk $3.5\text{--}4.5 \text{ km/s}$, ragu untuk $3.0\text{--}3.5 \text{ km/s}$, lemah untuk $2.0\text{--}3.0 \text{ km/s}$ dan sangat lemah bagi 2.0 km/s dan ke bawah (Whitehurst, 1951). Selain itu, had yang minimum bagi konkrit yang berkualiti adalah antara $4.1\text{--}4.7 \text{ km/s}$ (Jones & Gatfield, 1955).

Halaju denyutan yang lebih tinggi mencerminkan ketumpatan dan kualiti konkrit, iaitu dengan julat halaju denyutan di antara $3.6\text{--}5.0 \text{ km/s}$ (Neil Jackson, 1996). Kolerasi antara halaju denyutan dan kekuatan mampatan konkrit adalah rendah jika menggunakan aggregate bersaiz 20 mm berbanding saiz aggregate yang lebih besar (Laith & Asmaa, 2014).

Masato et al., (2002) telah menggunakan peralatan UPV dalam keadaan mendatar (tidak langsung) untuk menentukan keadaan retak, kedalaman retak (Ogata, Hattori & Hirashi, 2006; Kim, 2003). Manakala Anwar et al., (2007) telah menggunakan tiga kaedah pengukuran yang paling kerap digunakan dengan menggunakan peralatan UPV ini iaitu:

- i. kaedah *To-To*,
- ii. kaedah Delta dan
- iii. kaedah British Standard (BS). Kelebihan ujian UPV adalah semua keputusan atau nilai boleh dipercayai, malah mungkin sehampir kekuatan sebenar bahagian struktur yang diuji (Turgut, 2004).

Mahure, Vijh, Sharma, Sivakumar dan Ratnam (2011) merupakan pasukan daripada *Scientist B, C and D, Central Soil and Materials Reserch Station, New Delhi* mendapati kolerasi hubungan UPV dan kekuatan mampatan konkrit bergantung kepada pelbagai faktor seperti kandungan pes mortar simen, nisbah air-simen dan kandungan agregat kasar dan kualiti bahan tambah iaitu selari dengan perbezaan gred konkrit dengan pekali hubungan penentuan R-square PV dan kekuatan mampatan konkrit adalah 0.244 (M 15), 0.027 (M 20) dan 0.025 (M 35). Melalui kajian berkenaan mereka memperolehi hubungan di antara bacaan PV dan kekuatan mampatan konkrit memberikan hubungan baik antara taburan data dan keluk regresi. Manakala Olowofoyeku dan Olutoge (2013) menyatakan pekali hubungan penentuan R-square PV dan kekuatan mampatan konkrit adalah 0.987 dan Chengiz dan Ali (2011) mendapati pekali hubungan penentuan R-square PV dan kekuatan mampatan konkrit adalah 0.8452 bagi sampel di Istanbul dan 0.914 bagi sampel di Izmit, Turki.

Manakala kajian Johar et al. (2011) telah menjalankan ujian NDT pada bangunan masjid lama di Kelantan (Jadual 2.16).

Jadual 2.16.
Kaedah Ujian NDT

| <i>'Non-destructive Testing' (NDT)</i> | |
|--|--|
| Johar, Che-Ani, Tawil, Utaberta (2011) | <ol style="list-style-type: none">1. Bangunan masjid kayu lama di Kelantan2. Penyiasatan kemerosotan bangunan kayu lama untuk tujuan pemuliharaan3. Kaedah penyiasatan– kajian dilapidasi<ul style="list-style-type: none">- secara visual, membahagi ruang mengikut grid,- kecacatan kayu dicatat mengikut grid serta kod- penggunaan alatan <i>'moisture meter'</i>, <i>'fiber optic inspection'</i>, <i>'ultrasonic'</i> dan teknik <i>'infrared'</i>- penentuan spesies kayu, kajian cat dan kekuatan kayu4. Penemuan, reput akibat tindakan kejuruteraan dan biologi (tindakan anai-anai, reput lembut, penyahgredan akibat geseran, pancaran UV dan hakisan persekitaran.5. Teori, mengenal jenis dan simptom kecacatan dan pengetahuan terhadap kajian bahan (bagaimana sesuatu bahan bertindak serta dapat merangsang atau menjadi pemangkin kepada kerosakan.6. Tindakan, boleh digunapakai bagi menentukan IKR bangunan. |

Sumber: Kajian Pengkaji (2018).

2.7 Binaan Struktur Konkrit

Hanya terdapat dua jenis bahan struktur yang lazim digunakan secara meluas didalam industri pembinaan iaitu konkrit dan keluli. Konkrit digunakan dengan meluas dalam pembinaan jambatan, pembentungan, jalan raya, empangan struktur dalam laut, bangunan dan sebagainya. Dalam pembinaan rumah konkrit biasanya digunakan terutamanya pada elemen asas, tiang, rasuk dan lantai. Konkrit ialah bahan yang dihasilkan daripada simen, batu baur dan air yang dicampurkan pada nisbah campuran tertentu. Bagi campuran biasa, kadar campuran simen, pasir dan batu baur ditetapkan mengikut nisbah berat atau nisbah isipadu. Waiiau bagaimanapun, nisbah berat lebih diutamakan (Neville, 2012).

Walaupun bagaimanapun kedua-dua bahan ini saling melengkapi dan kadang-kala bersaing dalam aspek sifat-sifatnya (*properties*), dengan itu kebanyakan struktur yang sama jenis dan fungsi boleh dibina dengan menggunakan salah satu bahan tersebut. Konkrit sama sekali berbeza dengan bahan keluli, ini kerana keluli dihasilkan dalam bentuk, saiz dan kekuatan mampatan yang terkawal semasa proses pembuatan di kilang lagi. Perekabentuk struktur keluli hanya perlu menetapkan saiz dan menepati piawaian berkaitan, manakala pengamal binaan hanya perlu memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dengan betul (Neville, 1995).

Umumnya kekuatan konkrit dianggap sifat paling bernilai kepada bangunan berbanding bahan binaan lain, ini kerana ia memberi gambaran tentang kualiti konkrit yang dipengaruhi secara langsung oleh adunan konkrit. Kekuatan, ketahanan dan perubahan isipadu adunan konkrit adalah dipengaruhi oleh struktur fizikal hasil proses penghidratan konkrit. Secara khususnya, kewujudan kecacatan pada struktur konkrit adalah berkait rapat dengan faktor keliangan iaitu isipadu relatif liang dalam adunan konkrit. Batu baur atau aggregate yang menjadi punca mikro retakan dalam struktur konkrit, manakala nisbah air simen dan simen tidak banyak mempengaruhi faktor peningkatan keliangan konkrit (Powers, 1968). Walaupun simen merupakan bahan pengikat '*binder*' kepada bancuhan konkrit, namun begitu kualiti konkrit jarang sekali berpunca daripada kualiti simen. Rekabentuk bancuhan konkrit (*concrete mix design*) sememangnya mempengaruhi kekuatan mampatan konkrit berdasarkan usia konkrit namun, faktor cara bancuhan, pengangkutan, penuangan dan pemadatan amat mempengaruhi produk yang dihasilkan (Blackledge, 1981).

Oleh itu, faktor kecekapan perekabentuk, penentu spesifikasi, kontraktor, pembekal dan pekerja binaan bakal menentukan potensi kualiti konkrit pada sesuatu struktur. Justeru itu pengamal binaan perlu benar-benar arif dan mengetahui sifat-sifat konkrit dan cara pengelolaan bahan-bahan, ini kerana konkrit basah adalah dihasilkan berdasarkan kehendak spesifikasi perekabentuk.

Keistimewaan konkrit sebagai bahan binaan struktur berbanding bahan binaan lain adalah konkrit mempunyai kekuatan mampatan yang tinggi, kebolehbancuhan, kepelbagaian kegunaan, menjimatkan kos, boleh disesuaikan dengan bahan tambah terkini, teknik prategasan yang lebih menjimatkan dan sebagainya iaitu dengan tujuan bagi menambahkan ketahanan lasakan konkrit (Ahmad, 2002).

Teknologi konkrit begitu meluas digunakan di Malaysia, walau bagaimanapun secara amali pekerja atau buruh binaan di lapangan kurang terdedah dengan ilmu teknologi konkrit secara menyeluruh. Dengan adanya kemahiran ini kuantiti dan kualiti bahan dapat ditingkatkan serta mengelakkan pembaziran yang berlaku sewaktu penghantaran, penuangan, pemadatan dan pengawetan konkrit siap bancuh (*ready mix concrete*), daripada pembekal sangat mempengaruhi hasil akhir konkrit.

Rekabentuk struktur kerangka konkrit di Malaysia adalah berdasarkan kepada kod piawaian *British Standard (BS)* iaitu BS8110 (1985): *Structural Use of Concrete Part 1: Code of Practice for Design and Construction*. Ia menggunakan pendekatan rekabentuk keadaan had iaitu keadaan had muktamad, keadaan had khusus dan keadaan had kebolehkerjaan konkrit.

Konkrit merupakan bahan binaan yang lasak namun begitu, struktur konkrit sering kali mengalami aspek kemerosotan yang boleh mengurangkan kekuatan asalnya seperti keretakan, penyerpihan, pesongan, penggelupasan dan kehausan. Kemerosotan yang terjadi sama ada pada konkrit atau besi tulangnya mungkin akan muncul sejak peringkat awal pembinaan (belum matang) jangka hayat struktur konkrit. Kemerosotan berkenaan akan menyebabkan kegagalan kepada keupayaan struktur konkrit (Mahyuddin, 1991).

2.7.1 Sambungan Binaan Struktur

Sambungan binaan ini dibuat pada tempat di mana kerja konkrit terpaksa dihentikan sementara. Apabila kerja konkrit hendak diteruskan, turapan yang dibuat daripada bancuhan simen dan air perlu disapu pada permukaan konkrit lama sebelum bancuhan konkrit baru ditempatkan. Sambungan tersebut tidak boleh diadakan di sebarang tempat. Tempat-tempat yang sambungan ini boleh diadakan mestilah mematuhi peraturan tertentu. Bagi struktur rasuk dan lantai, tempat yang sesuai untuk mengadakan sambungan binaan ialah dalam bahagian sepertiga di antara dua penyokongnya, dan bukan di tempat yang berdekatan dengan tiang atau tembok. Bagi tiang pula, sambungan di bawah binaan patut diadakan di tempat yang beberapa sentimeter di bawah simpang rasuk. Selang masa untuk mendapan selama dua jam sebelum kerja penempatan bancuhan konkrit bagi rasuk dimulakan.

Sambungan pengecutan dan pengembangan, sambungan ini perlu dilakukan kepada sesuatu binaan konkrit yang mengalami perubahan isipadunya akibat pengecutan konkrit semasa proses mengeras, perubahan cuaca dan perubahan kandungan air.

Sambungan ini mempunyai fungsi mencegah keretakan berlaku pada konkrit tersebut. Ia dibuat berdasarkan kadar pengecutan yang dianggap antara 6.0 mm hingga 12.0 mm bagi tembok sepanjang 30.0 m yang dibina menggunakan konkrit biasa. Bahan-bahan yang boleh digunakan untuk mengisi sambungan ini ialah kertas kalis air, bitumen, kepingan kayu keras dan sebagainya.

2.7.2 Agihan Beban Pada Struktur

Bahagian-bahagian binaan biasanya mengambil beberapa tegasan pada masa yang sama. Jenis tegasan yang harus diambil kira dalam rekabentuk sesuatu struktur ialah:

- i. Tegasan tegangan (*tension*); Tegasan ini dihasilkan akibat tarikan. Segala tegasan tegangan yang dialami oleh konkrit adalah dianggap ditanggung oleh tetulang keluli. Konkrit biasanya dianggap tidak berupaya menanggung tegasan tegangan semasa mereka binaan. Tegasan tegangan yang dibenarkan pada bar keluli lembut tidak melebihi 40 mm diameter ialah 140 N/mm^2 .
- ii. Tegasan tekanan / mampatan (*compression*); Tegasan yang dihasilkan oleh tekanan dari atas dan bawah. Konkrit adalah dianggap mempunyai keupayaan menanggung tegasan tekanan. Oleh sebab itu, struktur yang berpadu boleh dibina dengan konkrit tanpa tetulang. Kekuatan konkrit menahan tekanan ialah dari $14\text{-}21 \text{ N/mm}^2$ bagi binaan 1:2:4.
- iii. Tegasan ricih (*shear*); Apabila sesuatu bahagian binaan dibebankan secara melintang, sebagai contoh rasuk retak mungkin berlaku akibat ricihan. Keretakan biasanya berlaku pada tempat daya ricihan yang maksimum. Bagi rasuk, ini akan berlaku berdekatan dengan penyokongnya pada kedua-dua

hujung rasuk. Cara untuk mengatasi masalah ricihan ialah menggunakan tetulang pencekak yang mencangkuk tetulang utama.

- iv. Tegasan lentur (*flexure*); Apabila bahagian bangunan dibebankan, tegasan tegangan dan mampatan akan dialami menjadikan bahagian binaan tersebut melentur. Oleh itu, dalam rekaan konkrit, tetulang keluli adalah digunakan untuk menentang tegasan ini. Keadaan ini biasanya berlaku pada struktur rasuk, lantai dan dinding tanggung beban.

2.7.3 Kedudukan Tetulang bagi Struktur Bangunan

Kedudukan tetulang dalam sesuatu binaan hendaklah mematuhi spesifikasi standard yang tertentu. Berdasarkan ilmu kejuruteraan struktur, segala tegasan: tegangan, tekanan, ricihan dan lentur hendaklah diambil kira semasa merekabentuk sesuatu binaan. Pada dasarnya, tetulang utama hendaklah ditempatkan di bahagian jangkaan tegasan lentur berlaku untuk menentang daya tersebut. Jumlah, saiz dan jenis tetulang memainkan peranan utama dalam agihan beban pada setiap struktur, bermula daripada beban struktur bumbung sehinggalah ke struktur asas tapak bangunan (Bonshor, Bonshor & Sadgrove, 2016).

2.7.4 Penutup Konkrit

Apabila bancuhan konkrit ditempatkan ke dalam acuannya, perlulah memastikan bahawa di sekeliling tetulang diliputi dengan konkrit. Permukaan ini dikenali sebagai penutup konkrit (*concrete cover*). Penutup konkrit ini mestilah mencukupi supaya tetulanganya tidak muncul dan berkarat. Pada dasarnya, tebal penutup konkrit ini

antara 20 hingga 70 mm bergantung pada jenis elemen struktur (BS8110-1:1997). Tebal penutup konkrit ini boleh ditetapkan dengan menggunakan blokjarak (*spacer*) semasa memasang acuan konkrit. Blok jarak merupakan kepingan yang dibuat mengikut tebal penutup konkrit yang diperlukan.

2.8 Kesalahan Umum dalam Rekabentuk Struktur

BS 8110 secara umumnya kegagalan struktur boleh ditakrifkan seperti:

- i. Kegagalan sesuatu struktur untuk berkongsi dengan selamat dibawah keadaan had muktamad.
- ii. Tidak dapat memberi perkhidmatan yang selesa daripada aspek kelasakan dibawah had kebolehhidmatan.
- iii. Tidak sesuai atau bahaya untuk digunakan.

Bagi merekabentuk sesuatu bangunan, perekabentuk lazimnya menetapkan had pembebanan yang boleh ditanggung oleh sesuatu struktur. Had pembebanan ini adalah beban kenaan dan berat sendiri struktur yang mengambil kira faktor-faktor keselamatan yang bersesuaian. Jika had rekabentuk ini dilampaui maka, bangunan atau struktur tersebut akan mengalami kegagalan kerana tiada lagi berupaya menanggung beban yang dikenakan ketasnya. Mengikut BS8110 jenis-jenis kegagalan yang berlaku adalah:

- i. Kegagalan had muktamad
 - a. keruntuhan struktur

- b. penjelmaan struktur menjadi sesuatu mekanisma
 - c. berlakunya ketidakstabilan *elastic*
 - d. kehilangan kekuatan termasuk alahan, lengkungan dan kelesuan
- ii. Kegagalan had kebolehhidmatan. Struktur dianggap telah mengalami atau sedang had kebolehhidmatan apabila ia telah mendatangkan suatu suasana yang tidak selesa untuk digunakan walaupun masih berada dalam keadaan selamat. Bentuk kegagalan struktur konkrit bertetulang apabila telah melebihi had kebolehhidmatan akan mengakibatkan berlakunya pesongan (*torsion*), keretakan, rayapan (*creep*), pengaratan pada tetulang keluli dan pengecutan elastik pada struktur lantai, rasuk serta tiang.

JKR (2013) telah mengkatogorikan punca kegagalan struktur di Malaysia iaitu masalah beban yang menyebabkan kemerosotan konkrit, kesilapan pembinaan, ketidaksempurnaan rekabentuk, akibat kebakaran, masalah geoteknik (mendapan asas bangunan dan tanah) serta kecacatan elemen bukan struktur (*non-structure defects*) berlaku.

Penulis telah mengenalpasti beberapa lagi punca yang menjadi faktor utama kepada berlakunya kes-kes kegagalan struktur di Malaysia. Punca kegagalan struktur boleh dikategorikan kepada dua bahagian iaitu faktor kesilapan manusia dan faktor semulajadi.

- i. Faktor semulajadi;
 - a. Kemerosotan konkrit
 - b. Tindakan kimia

- c. Pengaratan tetulang
 - d. Kelesuan bahan
 - e. Bencana alam dan faktor persekitaran
- ii. Faktor kesilapan manusia; kesilapan dan ketidaksempurnaan dalam rekabentuk, dalam setiap proses pembinaan, peringkat perancangan, analisis, rekabentuk dan lukisan perincian bangunan merupakan kitaran proses pembinaan. Peringkat ini bertujuan untuk mengenalpasti dan menentukan faktor pemangkin dalam menyumbang kepada keutuhan, ketahanan dan kekukuhan sesuatu struktur tersebut. Kebarangkalian dan faktor-faktor penting telah diambil kira dalam memastikan keselamatan dan kekuatan struktur bangunan. Beberapa kesilapan dan kelemahan yang wujud dalam proses rekabentuk struktur dan lukisan perincian adalah:
- a. Kesilapan dan kesalahan dalam aspek konsep rekabentuk
 - b. Kecuaian dalam membuat pengiraan semasa rekabentuk
 - c. Salah membuat anggapan untuk mengira beban dan sifat kebolehlenturan sesuatu struktur
 - d. Kegagalan dalam penaksiran struktur
 - e. Kurang pengetahuan dalam penggunaan perisian computer dalam kerja analisis struktur
 - f. Lukisan perincian yang tidak tepat dan tidak diperiksa
 - g. Lukisan perincian tetulang yang silap, tidak tepat, kurang jelas dan tidak difahami
- iii. Kelemahan dalam penggunaan bahan; bahan binaan seperti simen, batu baur, pasir, keluli, batu-bata, air dan sebagainya merupakan unsur penting dalam pembinaan bangunan. Bahan-bahan ini digabung dan mengikat menjadi satu,

seterusnya membentuk satu struktur padu yang kukuh dalam jangka waktu ketahanan rekabentuk. Gabungan bahan-bahan yang berkualiti akan terhasil satu struktur yang baik dalam pelbagai aspek. Jika terdapat sebahagian daripada bahan-bahan berkenaan yang tidak menepati kualiti yang diperlukan atau piawaian minimum yang dibenarkan maka, berlaku kecacatan produk akhir yang dihasilkan iaitu kualiti struktur.

Kontraktor kebiasaanya berorientasikan keuntungan semata-mata apabila mengendalikan sesuatu projek pembinaan. Penggunaan bahan binaan yang tidak menepati klasifikasi yang dikehendaki telah dikenalpasti menjadi antara punca masalah. Harga keluli yang tidak stabil di pasaran tempatan telah mendorong kontraktor mendapatkan alternatif produk keluli daripada Negara China. Keluli berkenaan lebih murah dan kos penghasilan yang rendah (Ainul, 2008).

Kekuatan struktur adalah bergantung kepada reabentuk tetulang, jika keluli yang digunakan tidak mencapai had minima piawaian kekuatan rekabentuk maka, kekuatan struktur komkrit tidak akan mencapai had kekuatan yang dikehendaki. Namun rekabentuk gred komkrit bagi setiap elemen struktur adalah berbeza bagi bangunan biasa/kediaman iaitu antara gred M15 hingga gred M25, iaitu bagi komkrit bertetulang menggunakan batu baur ringan dan batu baur besar (Mat Lazim, 2005).

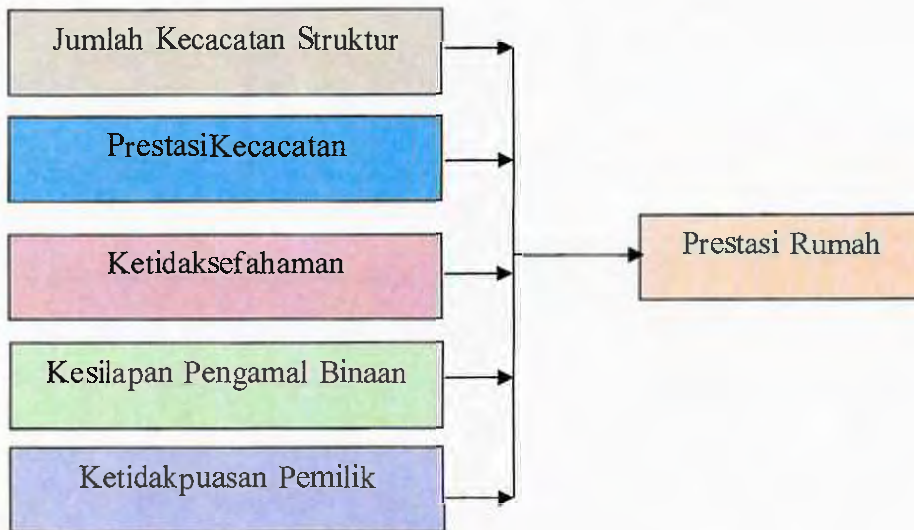
- iv. Kecuaian, kesilapan dan kesalahan dalam kerja pembinaan,
- v. Kecacatan dan kegagalan yang disebabkan operasi penyelenggaraan, pengubahsuaian dan membaikpulih.

Menurut Jae-Young, Jong-Soo, Oh-Seong dan Chan-Sik, (2012), pengurusan mencegah kecacatan adalah perlu dengan mencari punca sebenar kecacatan, bermula daripada sebelum pembinaan dilaksanakan iaitu proses rekabentuk, pembinaan dan diakhiri dengan pemeriksaan bagi mendapatkan keputusan output. Namun amalan pemeriksaan kondisi bangunan di Malaysia banyak diamalkan oleh pengamal dalam bidang pemuliharaan bangunan warisan (Mohd Umzarulazijo Umar et al., 2015).

Wong (1996) mempunyai pandangan berbeza dalam mengenalpasti isu kecacatan bangunan itu boleh berlaku selain daripada faktor rekabentuk dan pengurusan tapak bina iaitu faktor modal insan, iaitu kekurangan interaksi antara kedua-dua pihak dan komunikasi yang tidak berkesan menjadi penyumbang utama kepada masalah ini.

2.9 Rangka Kerja Kajian

Ringkasnya, rangka kerja kajian telah dibangunkan melalui sorotan karya yang telah digunakan. Berdasarkan Rajah 2.6, didapati prestasi rumah pasca pengubahsuaian adalah dipengaruhi oleh jumlah kecacatan struktur, prestasi kecacatan, ketidaksefahaman, kesilapan pengamal binaan dan ketidakpuasan pemilik. Rangka kajian ini juga menunjukkan bahawa prestasi rumah akan bertindak sebagai pemboleh ubah bersandar (DV). Manakala jumlah kecacatan struktur, prestasi kecacatan, ketidaksefahaman, kesilapan pengamal binaan dan ketidakpuasan pemilik pula akan bertindak sebagai pemboleh ubah bebas (IV).



Rajah 2.6
Rangka Kerja Kajian
Sumber: *Kajian Penyelidik (2018)*.

2.10 Rumusan Bab

Bab dua telah membincangkan dua garis panduan atau standard yang digunakan bagi menilai prestasi bangunan di Malaysia masing-masing bagi agensi kerajaan dan swasta iaitu BCA dan QLASSIC. Kedua-dua standard adalah serupa tetapi berbeza bagi kategori bangunan iaitu QLASSIC digunakan bagi bangunan baharu manakala BCA terpakai bagi bangunan lama atau sedia ada. Kaedah penilaian melalui pendekatan CSP1 menggunakan IKR dan BCA terdapat banyak persamaan sama ada dalam kaedah penarafan dan penilaiain. Walau bagaimanapun BCA mempunyai kelebihan kerana ia telah memperincikan skala penilaian skala 1 sehingga 25 berbanding IKR yang menggunakan skala 1 sehingga 20 sahaja. Didapati CP BS 101 adalah hampir menyerupai BCA yang digunakan oleh JKR Malaysia.

Oleh itu, penyelidik telah menetapkan akan menggunakan BCA sebagai panduan penilaian prestasi rumah bagi maksud kajian, ini kerana ia selari dengan objektif kajian iaitu untuk menilai prestasi atau keadaan sedia ada rumah pasca pengubahsuaian. Struktur lantai dan dinding merupakan komponen struktur yang paling banyak terdapat kesan retak, ini kerana garis retak merupakan kecacatan yang boleh dijadikan petunjuk prestasi kepada sesuatu struktur bangunan. Kesalahan dalam aspek rekabentuk struktur konkrit bertetulang dan anggaran tanggungan beban kenaan adalah merupakan faktor utama penyebab berlakunya kecacatan atau keretakan pada bangunan.

Had kolerasi R-square yang boleh diterima adalah antara 0.025 hingga 0.987 berdasarkan kajian terdahulu dan gred konkrit yang biasa digunakan untuk rekabentuk struktur konkrit bertetulang adalah antara gred M15 hingga gred M25 manakala UPV dan *Rebound Hammer* adalah peralatan kejuruteraan yang sangat sesuai untuk kajian ini.

BAB TIGA

METODOLOGI

3.1 Pengenalan

Bab ini akan membincangkan berkenaan rekabentuk kajian yang digunakan, kaedah penentuan sampel kajian, instrument yang digunakan untuk pengumpulan data, pengukuran pemboleh ubah yang digunakan dalam borang kaji selidik dan semasa proses perbincangan tinjauan dikendalikan.

Bab ini akan menerangkan dengan terperinci kaedah yang digunapakai untuk menjawab persoalan kajian. Kaedah kajian melalui pendekatan kualitatif dan kuantitatif iaitu melibatkan kaedah pengumpulan data (Fellows & Liu, 2003). Dua kaedah utama teknik pengumpulan data iaitu melalui kaedah ukur kondisi dengan melakukan penilaian sampel di lapangan dan kaedah pengumpulan data yang kedua iaitu melibatkan tinjauan *survey* melalui borang soal selidik secara temu bual. Di samping itu juga, kaedah perbincangan tinjauan secara rawak dijalankan sebagai teknik pembentukan persoalan kajian. Dapatan daripada kaedah ukur kondisi dan maklumbalas responden digunakan untuk mengukur kepentingan pemboleh ubah.

Piawaian ujian bahan bagi kaedah pengumpulan data ukur kondisi dan pemerhatian yang dijalankan telah menggunakan piawaian seperti berikut iaitu *Compressive Strength Of Concrete Cores - BS 1881* : Bahagian 120, *Rebound Hammer Test - BS 1881*- Bahagian 202 dan *Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPV)*– *BS 1881* Bahagian 203. Ini bagi memastikan bahawa kaedah ujikaji dan pemerhatian yang dijalankan adalah selamat, betul dan bersesuaian dengan jenis sampel serta peralatan yang digunakan.

Jadual 3.1

Novelli diantara sorotan kajian dan cadangan kajian

| Perkara | Sorotan Kajian | Cadangan Kajian |
|-------------------|---|---|
| Penyataan masalah | Rumah baru Sekolah & masjid berusia | Rungutan pemilik rumah Perbincangan tinjauan pengamal binaan |
| CSP 1 | Penyelenggaraan - Bangunan sekolah (Kuching) - Rumah teres baru siap (Kajang) - Bangunan semasa dan dihuni 6 tahun (Singapura) | Pengubahsuaian Rumah yang mengalami kecacatan pasca pengubahsuaian Berusia kurang 10 tahun (Samarahan) 50 buah rumah (<i>landed property</i>) 5 taman perumahan oleh pemaju berbeza |
| Peralatan NDT | Pemuliharaan Masjid kayu lama (Kota Bharu) - 'moisture meter', 'fiber optic inspection', UPV dan teknik 'infrared' | Pengubahsuaian NDT Rebound hammer |
| Bancian | | Jurukur bangunan - pensyarah dan pelajar UiTM (FKA) 2 pensyarah dan 2 pelajar CSPI NDT – garis retak Soal selidik |
| Fokus | | Umum - Kecacatan komponen (lantai, dinding, tiang & rasuk) Khusus – Keretakan |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

3.2 Metodologi Kajian

Dapatan hasil daripada ulasan karya dan sorotan kajian pengkaji-pengkaji terdahulu yang mengkaji beberapa bangunan, sekolah dan rumah di Malaysia serta Singapura maka, cadangan kajian dengan novelti telah dikenaspasti. Jadual 3.1 memaparkan kaedah serta sorotan kajian pengkaji terdahulu serta disusuli dengan cadangan kajian dan penetapan novelti kajian.

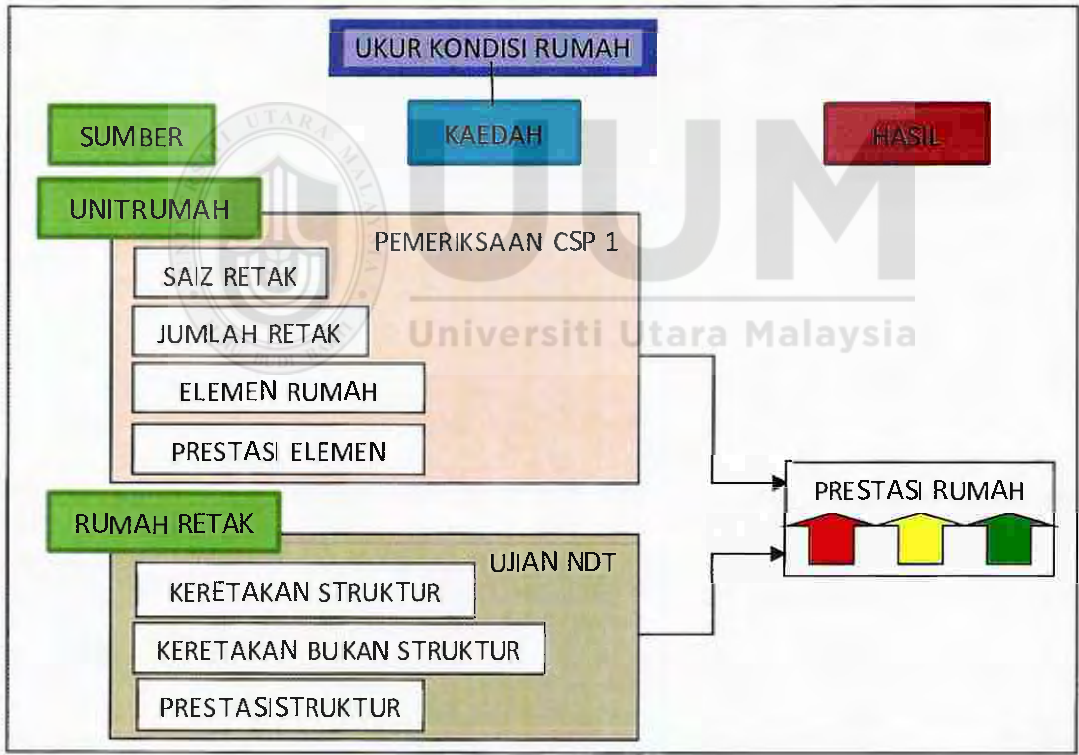
Jadual 3.2 memaparkan ringkasan metodologi kajian yang dicadangkan secara terperinci. Ia merangkumi rekabentuk kajian, kaedah pengumpulan data, pemilihan responden dan sampel kajian, jenis-jenis data kualitatif dan kuantitatif, skop batasan kajian dan kaedah analisis data yang dicadangkan.

Jadual 3.2
Ringkasan Metodologi Kajian

| Rekabentuk Kajian | Kaedah Pengumpulan | Responden /Sampel | Jenis Data | Skop Kajian | Analisis Data |
|--|-----------------------|---|---|---|--|
| Kaedah siasatan berbentuk penerokaan / eksperimental | Perbincangan tinjauan | Juru ukur Bangunan Jurutera Awam | Kualitatif (direkod, mendengar dan memerhati sendiri) | Persampelan rawak Taman-taman perumahan dimajukan oleh pemaaju berbeza di Samarahan | Analisis Frekuensi |
| | Ukur kondisi | 67 unit rumah yang mengalami kecacatan fizikal pasca ubahsuai | Kualitatif-pemeriksaan kaedah CSP1 dan NDT | Persampelan berstrata rumah telah diubahsuai (mulai 2006) dan mengalami kecacatan | Analisis Pengujian Hipotesis Analisis Regresi |
| | Bancian soal selidik | 67 responden (pemilik rumah) rumah kajian ukur kondisi | Kuantitatif | | |

Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Menurut Chua (2006), data perlu dianalisis secara kualitatif jika kajian berbentuk gabungan kaedah pemerhatian sistematik dan peserta, namun data kualitatif boleh dikuantitatifkan untuk memudahkan analisis data. Berdasarkan Chua (2006) juga, menulis laporan kajian lapangan adalah tidak ditetapkan formatnya, namun begitu catatan, pengkodan dan penghuraian pemerhatian perlu dilakukan secara sistematik dan saintifik. Ini kerana tujuan utama penulisan laporan adalah untuk memberi maklumat sahih tentang hasil kajian maka, penulisan secara logik, sistematik dan penghuratan beserta bukti kukuh perlu ada.



Rajah 3.1
Kerangka Teoritik Keretakan Rumah
 Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Rajah 3.1 kerangka teoritik keretakan rumah direkabentuk bertujuan untuk menerangkan secara terperinci berkenaan kaedah pengumpulan sampel dan responden dalam mendapatkan data kajian. Kaedah ukur kondisi digunapakai dalam kajian, iaitu

rumah merupakan sumber utama data kajian, ia disokong oleh dua jenis peralatan kejuruteraan yang digunakan bagi menilai sumber utama. Hasil dapatan penilaian kondisi rumah semasa akan memaparkan prestasi rumah kajian.

3.2.1 Pengumpulan Data

Terdapat tiga objektif kajian, objektif pertama dan kedua adalah untuk mengenalpasti komponen-komponen rumah terutamanya struktur konkrit yang sering menghadapi kecacatan dan mendapatkan nilai prestasi rumah pasca pengubahsuaian menggunakan peralatan kejuruteraan. Berikut adalah perincian kronologi pengumpulan data kajian di lapangan iaitu:

- i. Pertama, responden iaitu pemilik rumah perlu menjawab set soalan soal selidik menggunakan Borang A, ia mengandungi dua bahagian iaitu bahagian A dan bahagian B (Lampiran 2.1). Ia bertujuan untuk mendapatkan maklumat rumah semasa pengubahsuaian dijalankan dan cadangan penambahbaikan mengikut pandangan pemilik rumah berkenaan.
- ii. Kedua, pengkaji akan melakukan penilaian CSP1 secara visual menggunakan Borang B, Borang Pemeriksaan Secara Visual (Lampiran 2.2) telah digunakan untuk mengumpul data penilaian. Borang ini telah diubahsuai daripada borang asal JKR/CKAS.BFS/LAKS/2014/01 (Lampiran 1) mengikut kesesuaian objektif kajian.
- iii. Ketiga, pengkaji akan menilai prestasi garis retak menggunakan peralatan kejuruteraan. Borang C, Borang Penilaian Struktur Konkrit – NDT

digunakan (Lampiran 2.3). ia membuktikan tahap penilaian prestasi rumah pasca pengubahsuaian yang telah diperolehi maka, bagi nilai kekuatan struktur secara terperinci

Secara rawak, sebanyak 67 sampel rumah di lima taman perumahan yang terdapat di Daerah Samarahan iaitu yang terdiri daripada 67 orang responden atau pemilik rumah diperolehi daripada borang kaji selidik. Data maklumbalas daripada soal selidik terhadap pemilik rumah adalah diperolehi secara langsung dengan aduan keretakan yang berlaku dan digunakan sebagai sumber sampinagan dalam memperkuatkan lagi gambaran berkaitan dengan topik kajian.

Sebanyak 67 sampel responden kajian adalah dianggap memadai kerana kekangan untuk mendapatkan kerjasama pemilik rumah, ini kerana saiz sampel (n) sebanyak 30 adalah memadai (*sufficient enough*) untuk kajian eksperimental (Othman, 2010). Jumlah responden untuk kajian penerokaan tiada batasan terhadap apa dan siapa yang dikaji (Babbie, 2001).

3.2.1.1 Soal Selidik Pemilik Rumah

Sebelum dilakukan ujian visual, pengkaji telah memulakan pengumpulan data di lapangan dengan Borang A, iaitu Borang Soal Selidik (Lampiran 2.1) kepada pemilik rumah tersebut. Responden atau pengkaji mengisi Borang A tersebut berdasarkan kepada pengalaman responden, sejarah pengubahsuaian dilakukan dan pendapat responden. Pemilihan sampel rumah adalah secara rawak iaitu pengkaji telah melalui beberapa proses untuk mendapatkan sampel dan responden berkenaan iaitu:

- i. Mengenalpasti usia rumah, iaitu pemilik rumah memperolehi kunci selepas tahun 2006.
- ii. Meninjau beberapa sampel rumah bertanah (*landed property*) yang telah diubahsuai di lima taman perumahan di Daerah Kota Samarahan, Sarawak
- iii. Berjumpa dengan pemilik rumah berkenaan, menayakan soalan “Adakah rumah tuan/puan mengalami keretakan atau kecacatan?”
- iv. Jika jawapannya “Ya”, pengkaji akan meminta kebenaran “Adakah tuan/puan sudi membenarkan rumah tuan/puan dijadikan sebagai sampel kajian?”
- v. Setelah mendapat persetujuan, pengkaji akan memulakan proses penilaian Matrik CSP 1 dan NDT dengan meninjau hanya bahagian rumah yang telah diubahsuai.

3.2.1.2 Ujian Visual



Setelah mendapat kebenaran pemilik rumah maka ujian visual akan dilakukan, pengkaji memulakan pengumpulan data di lapangan dengan mengisi Borang B (Jadual 3.3), iaitu Borang Pemeriksaan Matrik CSP1 pada elemen struktur rumah tersebut berpandukan skala penarafan kecacatan (Jadual 3.4). Skop kerja ujian visual adalah termasuk perkara-perkara berikut iaitu:

- i. Ukur kondisi dijalankan sendiri oleh penyelidik, seorang jurutera awam dan dua orang pelajar yang berpengalaman yang boleh mentafsir maklumat kecacatan pada semua elemen struktur.

- ii. Pemeriksaan secara visual pada elemen struktur dijalankan sebelum ujian tanpa musnah NDT dilakukan. Pemeriksaan visual bertujuan untuk merekod maklumat mengenai skala dan jumlah kerosakan pada elemen struktur rumah.
- iii. Memulakan pemeriksaan visual di sekitar rumah, elemen struktur rasuk, lantai, tiang dan dinding struktur konkrit bertetulang akan dikenalpasti (diubahsuai daripada borang JKR/CKAS.BFS/LAKS/2014/01) (Lampiran 1).
- iv. Punca-punca kecacatan elemen struktur seperti keretakan pengecutan, keretakan pada struktur, pelekangan, pengelupasan, konkrit, pengaratan tetulang, resapan air, condong dan keretakan pada bata akan dikenalpasti (diubahsuai daripada borang JKR/CKAS.BFS/LAKS/2014/01) (Lampiran 1).
- v. Merekodkan jumlah kecacatan dan skala kecacatan berkenaan (Jadual 3.4) sebagaimana digunapakai oleh Ahmad, R. (2004) di dalam bukunya “Panduan Kerja-kerja Pemeriksaan Kecacatan Bangunan”.

Jadual 3.3

Borang B, Borang Pemeriksaan Matrik CSP1

| BORANG B | | BORANG PEMERIKSAAN MATRIKS CSP 1 | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------------------|-----|--------|-----|-------|-----|---------|-----|
| Ubahsuai daripada Borang JKR Laporan Awal Kerosakan Struktur Bangunan, No. Dokumen JKR/CKAS.BFS/LAKS/2014/01 | | PUNCA KECACATAN STRUKTUR | | | | | | | |
| Bahan | Jenis-jenis kecacatan komponen | RASUK | | LANTAI | | TIANG | | DINDING | |
| | | SKALA | JUM | SKALA | JUM | SKALA | JUM | SKALA | JUM |
| Binaan Konkrit | Keretakan pengecutan (shrinkage) | | | | | | | | |
| | Keretakan pada struktur (cracks of) | | | | | | | | |
| | Pelekangan (delamination) | | | | | | | | |
| | Pengelupasan konkrit (spalling) | | | | | | | | |
| | Pengawatan tetulang (corrosion of) | | | | | | | | |
| | Resapan air (water leak) | | | | | | | | |
| | Condong (tilt) | | | | | | | | |
| | Keretakan pada bata (cracks at brick) | | | | | | | | |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Beberapa ciri keistimewaan Borang B ini berbanding borang asalnya adalah:

- i. Disenaraikan lapan jenis kecacatan yang berkaitan dengan binaan menggunakan bahan konkrit,
- ii. Tertera empat jenis elemen seperti rasuk, lantai, tiang dan dinding beserta padanan jenis-jenis kecacatan yang berkenaan,
- iii. Setiap elemen akan diberikan penarafan berdasarkan rubrik 1 hingga 4 skala kondisi kecacatan elemen struktur (Jadual 3.4),
- iv. Penilai perlu menjumlahkan bilangan kerosakan / kecacatan mengikut jenis-jenis kecacatan.

Jadual 3.4
Tahap Keadaan Fizikal Komponen Bangunan.

| Gred | Skala pemeriksaan | Huraian |
|------|----------------------|--|
| 1 | Sangat Baik (SB) | <ul style="list-style-type: none">• Tiada kecacatan• Keadaan sangat baik• Boleh berfungsi dengan baik |
| 2 | Baik (B) | <ul style="list-style-type: none">• Terdapat kerosakan / kecacatan minor• Keadaan baik• Boleh berfungsi dengan baik |
| 3 | Sederhana (S) | <ul style="list-style-type: none">• Terdapat kerosakan / kecacatan major• Keadaan sederhana baik• Boleh berfungsi tetapi perlu dipantau |
| 4 | Kritikal (K) | <ul style="list-style-type: none">• Terdapat kerosakan / kecacatan major• Keadaan kritikal• Tidak dapat berfungsi mengikut tahap perkhidmatan dipersetujui |
| 5 | Sangat Kritikal (SK) | <ul style="list-style-type: none">• Keadaan sangat kritikal• Tidak berfungsi• Berisiko yang boleh menyebabkan kecelakaan dan / atau kecederaan |

Sumber: JKR 21602-0004-13

Data-data yang diperolehi adalah berkenaan dengan elemen struktur konkrit yang menghadapi kecacatan, tahap/skala pengkelasan kecacatan serta jumlah kecacatan akan dinilai secara Matrik CSP 1 untuk menentukan kondisi pada setiap elemen konkrit (Ahmad, R., 2004).

3.2.1.3 Ujian Tanpa Musnah (NDT)

Setelah meletakkan penarafan skala pada setiap elemen struktur berkenaan, pengkaji akan hanya menfokuskan kepada kecacatan elemen struktur konkrit dan bata. Ini kerana ujian kondisi NDT menggunakan peralatan UPV dan *Rebound Hammer* hanya boleh diaplikasi dan digunapakai pada struktur konkrit (ASTM, 1991).

Skop kerja ujian NDT seterusnya adalah seperti berikut:

- i. Mengenalpasti elemen struktur dan jenis ujian NDT yang sesuai untuk siasatan lanjut, iaitu UPV sesuai digunakan untuk semua elemen struktur konkrit manakala Rebound Hammer tidak sesuai untuk elemen dinding.
- ii. Mengenalpasti garisan-garisan retak yang terdapat pada setiap elemen struktur konkrit dan bata untuk diambil bacaan dalam ujian NDT.
- iii. Menggunakan peralatan kejuruteraan NDT untuk menguji dan menilai struktur konkrit yang mempunyai garis retak, bacaan nilai yang dipaparkan telah direkodkan ke dalam Borang C (Jadual 3.5).

Jadual 3.5
 Borang C, Borang Penilaian Struktur Konkrit NDT

JENIS RUMAH

T AHUM UBAGSU AI

KONTRAKTOR
BUKAN KONTRAKTOR

| No. Sampel Rumah | | SKALA RETAK - DAK PENGUKUHAN | | | | | | | | | | | | | | SCHMIDT HAMMER | | | | |
|------------------|-------------------|------------------------------|------------|-----|-----|-----|-----------|-----------------|------------------|----------------------|---------|------------------|-------|------------------|------------|----------------|-----|-----|-----------|------------------|
| TAMAN | A B C D E | PUNDT | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RUMAH | | Lotar Refak (mm) | No. Sampel | 1st | 2nd | 3rd | Ave (pts) | Path Width (mm) | Crack Depth (mm) | Struktur Normal (mm) | PV (mm) | Concrete Quality | [MPa] | Concrete Quality | No. Sampel | 1st | 2nd | 3rd | Ave (MPa) | Concrete Quality |
| RUANG | STRUKTUR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Angung | Dinding | | 11 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| Ruang Tamu | Tiang | | 12 | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | |
| Ruang Makan | Lantai | | 11 | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | |
| Ruang Dapur | Rasuk | | 12 | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | |
| Bilik Tidur | SAMBUNGAN | | 11 | | | | | | | | | | | | 5 | | | | | |
| Umbil | | | 12 | | | | | | | | | | | | 6 | | | | | |
| Tandas | Dinding - Dinding | | 11 | | | | | | | | | | | | 7 | | | | | |
| Sebr | Dinding - Rasuk | | 12 | | | | | | | | | | | | 8 | | | | | |
| | Dinding - Tiang | | 11 | | | | | | | | | | | | 9 | | | | | |
| | Dinding - Lantai | | 12 | | | | | | | | | | | | 10 | | | | | |
| LOKASI RETAK | Lantai - Lantai | | 11 | | | | | | | | | | | | 11 | | | | | |
| | Lantai - Rasuk | | 12 | | | | | | | | | | | | 12 | | | | | |
| Luar | Lantai - Tiang | | 11 | | | | | | | | | | | | 13 | | | | | |
| Dalam | Tiang - Rasuk | | 12 | | | | | | | | | | | | 14 | | | | | |

BORANG C

BORANG PENILAIAN STRUKTUR KONKRIT - NDT

Sumber: Kajian penyelidik (2018).

3.2.1.4 Ringkasan Eksekutif

Ringkasan eksekutif sebagaimana digunakan oleh Hamzah et. al. (2010) akan memaparkan penarafan skala prestasi/skor semasa bagi struktur konkrit rumah berkenaan, jumlah kecacatan dan cadangan tindakan pemulihan atau pembaikan akan dikeluarkan. Ringkasan eksekutif yang dikemukakan oleh penyelidik setelah tamatnya proses ukur kondisi hendaklah tepat dan terbaik untuk memberikan gambaran sebenar keadaan bangunan yang telah diperiksa (Ahmad, 2004, hlmn. 81).

Ringkasan eksekutif telah diperkenalkan oleh Khoiry, Tawil, Hamzah, Che Ani & Sood (2012) dengan matlamat untuk memudahkan atau mempercepatkan sesuatu keputusan penarafan prestasi bangunan itu dicapai. Sehubungan itu penyelidik akan menggunakan kaedah pelaporan ini berbanding kaedah pelaporan sebelumnya yang agak tebal dan mengambil masa untuk menarafkan prestasi bangunan.

3.2.2 Kalibrasi Peralatan

Sijil kelulusan atau kalibrasi peralatan *Rebound Hammer* dan UPV untuk kerja ujian bahan telah diiktiraf jitu dan sah untuk menjalankan pengujian di makmal dan di tapak. Sijil ini telah dikemukakan oleh pembekal peralatan tersebut pada tahun 2013 dan ia telah disahkan oleh Tn. Haji Dr. Iskanda Openg selaku Koordinator Makmal, Fakulti Kejuruteraan Awam (FKA), UiTM Sarawak sebelum kerja-kerja ujian bahan dimulakan di lapangan.

Peralatan ini boleh dikalibrasi sendiri di makmal FKA, UiTM Sarawak atau di lapangan. Sebaiknya kalibrasi perlu dijalankan sebelum dan selepas sesi pengujian di lapangan dilakukan. Ini bagi memastikan sisihan yang terdapat pada setiap ujikaji dilakukan dengan lebih tepat bacaanya. Peralatan UPV ini telah dikalibrasi kejitunya pada bacaan 57.1 km/s oleh pembekal dan tertera pada bar kalibrasi.

3.2.3 Pegawai Berkelayakan

Ujian NDT ini hendaklah dijalankan oleh pegawai yang berpengalaman. Khidmat Jurukur Bangunan (Khoiry et al., 2012) serta Jurutera Awam akan diperlukan untuk menjalankan ukur kondisi terhadap rumah yang dikaji. Definisi Pemeriksa Bangunan mengikut oleh Jabatan Kerja Raya (JKR) pemeriksa bangunan adalah terdiri daripada pelbagai disiplin seperti ukur bangunan, senibina, awam, kejuruteraan dan elektrik (JKR 2013). Ia bertujuan untuk memastikan pemeriksa bangunan berupaya untuk menyediakan pelan pemeriksaan bangunan, menjalankan kerja-kerja pemeriksaan dan menyediakan laporan pemeriksaan bangunan (Jadual 3.6).

Jadual 3.6.

Fungsi Juru Ukur Bangunan

| Pendapat | Juruukur Bangunan |
|--------------------|---|
| Ishan (2012) | Mendiagnosis dengan mengenali tanda dan jenis kerosakan |
| Wordsworth (2001), | i. Mengenalpasti kesan bagaimana kerosakan itu boleh menonjolkan sifat fizikalnya, |
| Watt (2002) dan | ii. Mengenalpasti tanda bagaimana sesuatu kerosakan itu boleh berlaku, |
| Ingham (2009) | iii. Mengenalpasti kaedah bagaimana sesuatu kerosakan itu boleh merebak, |
| | iv. Mengenalpasti sifat bagaimana sesuatu kerosakan itu boleh mempengaruhi lain-lain elemen, |
| | v. Mengenalpasti punca bagaimana sesuatu kerosakan itu terjadi sama ada daripada satu sumber atau pelbagai sumber penyumbang. |

Sumber: Kajian penyelidik (2018).

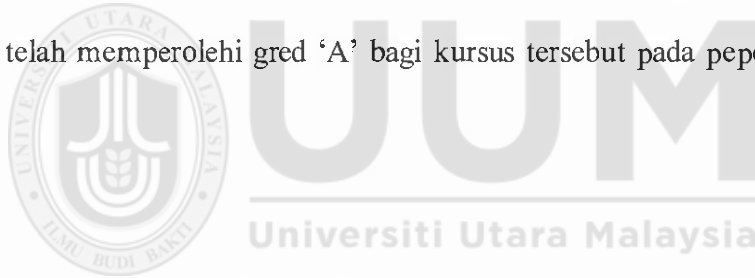
Bagi melaksanakan kerja-kerja pemeriksaan keadaan atau kecacatan rumah, penyelidik dan pelajar berkenaan adalah menepati beberapa kriteria iaitu penguasaan ilmu dan praktikal yang baik tentang kefahaman, proses pembinaan bangunan dan bahan-bahanya, penguasaan ilmu perundangan berkaitan akta-akta berkaitan industri pembinaan, Undang-undang Kecil Bangunan Seragam, peraturan dan sebagainya yang digunakan di Malaysia, memahami konsep rekabentuk dan asas struktur serta kemampuan daya tahan beban struktur, mengetahui tanda-tanda kerosakan dan penyebab serta kesannya, dan berpengetahuan menggunakan peralatan pemeriksaan kecacatan rumah dengan baik (Ahmad, R., 2004).

Ini bagi memastikan penilaian dan penggunaan peralatan kejuruteraan adalah diperakui tepat. Penyelidik yang merupakan pensyarah di Fakulti Kejuruteraan Awam (FKA) serta sebagai perujuk 'Resource Person' bagi kursus ECS 256 *Civil Engineering Materials* di peringkat Universiti Teknologi MARA dan telah mendapat bimbingan penggunaan alatan NDT daripada pembekal dan juga Dr. Mohamed Rohaidzat Abdul Rashid dari Universiti Sains Malaysia, Kampus Kejuruteraan serta

dibantu oleh Dr. Hj. Iskanda Openg yang merupakan Pensyarah Kanan FKA, UiTM Sarawak.

Ujikaji dijalankan secara bersama oleh empat individu di lapangan, ia terdiri daripada penyelidik, seorang pensyarah dan dua orang pelajar Diploma Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi MARA Sarawak. Mereka melakukan ujikaji serta merekod data yang diambil dari kerja lapangan menggunakan borang B dan C yang disediakan.

Pemilihan pelajar berkenaan dianggap bersesuaian kerana mereka telah dilatih dan diuji kefahaman berhubung kaedah ujian dan cara menggunakan peralatan Rebound Hammer serta UPV di dalam sukatan kursus ECS256 *Civil Engineering Materials*. Mereka juga telah memperolehi gred 'A' bagi kursus tersebut pada peperiksaan akhir semester.



3.2.4 Pembentukan Borang Pemeriksaan Matrik.

Hasil daripada rungutan pemilik rumah berkenaan kecacatan yang kerap berlaku pada komponen rumah selepas penyerahan kunci seperti kecacatan komponen lantai, dinding, pintu dan tingkap, siling, bumbung, kelengkapan sanitari dan pemasangan peralatan serta pendawaian elektrik (Ahmad, 2004). Dinding (Abdul Aziz, 2011) dan lantai merupakan komponen terbesar menyumbang kecacatan rumah (Noor et al., 2010) disamping kemasan lepaan sebagai sub-komponen utama menyumbang kecacatan (Ishan et al, 2012), maka penyelidik telah mengenalpasti pernyataan masalah kajian.

Berdasarkan analisis faktor kecacatan konkrit di Malaysia, terdapat beberapa jenis kecacatan komponen rumah yang biasa berlaku pada struktur konkrit seperti retak, gagal penyambungan, bocor, pengaratan tetulang keluli, pemendapan dan berongga 'honeycombed' (Ahmad, 2004), retak, kelembapan, mengelupas, kecacatan mengecat, kekaratan dan reput (Zuraini, 2003), kebocoran, bengkok serta pemendapan (Mohd Zaki, 2006) manakala Abdul Aziz (2011) menyatakan bahawa kewujudan tumbuhan liar, kecondongan, pecah dan hakisan pada bangunan juga menyumbang kepada kecacatan dan keusangan bangunan.

Namun begitu, setelah penyelidik menyemak kandungan Borang Laporan Awalan Kerosakan Struktur Bangunan, Bahagian Perkhidmatan Forensik (Struktur), Cawangan Kujuruteraan Awam dan Struktur, Ibu Pejabat JKR Malaysia, nombor dokumen JKR/CKAS.BFS/LAKS/2014/01 (Lampiran 1) dan mendapati ia adalah lengkap. Bagi memudahkan pemeriksaan ukur kondisi dijalankan, penyelidik telah mengubahsuai rekabentuk helaian borang JKR kepada sehelai sahaja. Ia masih tidak mengubah kandungan asal borang, namun telah disesuaikan atau dimurnikan agar menepati objektif kajian. Oleh itu, terbentuklah Borang B, Borang Pemeriksaan Secara Visual (Jadual 3.3) digunapakai. Ia digunapakai untuk mendapatkan frekuensi kecacatan komponen rumah kajian.

3.3 Sampel Kajian

Sampel kajian terdiri daripada 67 responden yang merupakan pemilik rumah pasca pengubahsuaian di lima taman perumahan di sekitar Daerah Samarahan, Sarawak. Sampel yang sedikit ini adalah bersesuaian kerana mengikut Babbie (2001, him. 93)

kajian penerokaan '*exploratory*' jumlah responden untuk kajian penerokaan tidak terhad terhadap apa dan siapa yang ingin dikaji.

Sampel yang dipilih perlulah tepat supaya hasil penyelidikan yang diperolehi dapat diterima sebagai menggambarkan senario atau trend sebenar yang berlaku terhadap sesuatu populasi seperti permasalahan kajian ini iaitu wujudnya kes-kes kecacatan pada rumah pasca pengubahsuaian. Menurut Naoum (1998) kaedah persampelan adalah kaedah rawak dan kaedah bukan rawak. Rawak adalah pemilihan subjek (responden) yang dilakukan secara rambang dan tanpa tujuan.

Responden yang terlibat adalah dipilih secara rawak berstrata serta mendapat kerjasama baik agar rumah mereka dijadikan sampel kajian. Ini kerana kebenaran untuk memasuki dan menguji sampel di bahagian dalam dan luar rumah mereka adalah sangat bermakna atau berimpak besar kepada keilmuan bidang forensik bangunan.

3.3.1 Kriteria Pemilihan Sampel

Kriteria yang telah ditetapkan bagi memilih jenis perumahan bertanah (*landed property*) sahaja iaitu rumah sesebuah, berkembar atau teres di kawasan kajian, ini kerana perumahan jenis ini tidak terikat dengan pemilikan strata iaitu pengubahsuaian rumah adalah bebas untuk dilakukan oleh pemilik rumah. Sampel yang terletak di negeri Sarawak, Bahagian Samarahan sahaja telahpun dijelaskan sebelum ini. Skop kawasan penyelidikan ini telah menunjukkan pertumbuhan bilangan populasi yang menggalakkan dalam bilangan tawaran unit perumahan bertanah di sekitarnya.

Terdapat banyak bukti menunjukkan rumah jenis bertanah merupakan jenis rumah kegemaran rakyat di Malaysia (Razali, 2002).

Menurut Fuller (2009), satu set senarai yang melibatkan setiap elemen yang berkaitan dengan permasalahan kajian yang dikenali sebagai rangka sampel (*sample frame*) harus terlebih dahulu dikenalpasti. Seterusnya sampel yang merupakan subset kepada rangka element dipilih menggunakan keadah persampelan yang sesuai. Oleh itu, hanya terdapat lima taman perumahan berskala besar di Daerah Kota Samarahan iaitu Taman Desa Ilmu (TDI), Taman Sama Indah (TSI), Taman Bestari Jaya (TBJ), Univista (UV) dan Midway Garden (MG), oleh itu jumlah responden dipilih secara rawak berdasarkan tempoh perancangan kajian lapangan (*framework*) iaitu selama enam bulan sahaja.

Sampel kajian dan responden yang dipilih iaitu di Daerah Samarahan, Sarawak akan memberikan maklumat atau petunjuk yang hanya mencerminkan skop pembinaan di Bahagian Samarahan, Sarawak sahaja. Sasaran responden dalam kajian ini adalah ingin mendapatkan maklumbalas tentang latarbelakang fasa proses rekabentuk, fasa semasa pengubahsuaian dan fasa pasca pembinaan serta penghunian.

Berdasarkan kepada kesesuaian masa, kos dan skop kajian, kaedah pensampelan berbentuk penerokaan yang bersifat kebarangkalian adalah terdiri daripada jenis persampelan rawak berstrata adalah yang paling sesuai. Melalui kaedah ini, populasi telah dipisahkan berdasarkan kriteria tersebut:

- i. Pemilihan sampel rumah, usia rumah tidak melebihi 10 tahun (tarikh penyerahan kunci) serta telah diubahsuai melakukan binaan tambahan,

- ii. Sampel rumah jenis bertanah (*landed property*) di kawasan MPKS,
- iii. Sampel rumah hendaklah mempunyai garis retak pada elemen struktur lantai, rasuk, tiang atau dinding bata,
- iv. Pemilik rumah sebagai responden untuk disoal selidik dan bersetuju membenarkan rumah mereka sebagai sampel kajian.

Disebabkan faktor kesukaran mendapatkan respon keseluruhan populasi dalam kekangan masa yang terhad, penyelidikan ini telah menggunakan kaedah persampelan dalam mengenalpasti sampel kajian sebenar. Naoum (1998) dan Sekaran (2000) menjelaskan terma sampel bermakna sesuatu spesimen atau sebahagian daripada keseluruhan populasi telah diambil untuk menggambarkan keadaan atau senario yang selebihnya.

3.4 Pengukuran Soalan

Pembentukan soal selidik ini berdasarkan kepada tiga faktor cabaran dan batasan utama yang dihadapi oleh pemilik rumah iaitu kekangan di peringkat rekabentuk, kekangan semasa pembinaan atau pengubahsuaian dan kekangan apabila rumah telah siap diubahsuai serta telah dihuni. Pengkaji telah mengklasifikasikan set soalan soal selidik berupaya untuk mengenalpasti faktor cabaran dan kekangan kepada dua dimensi iaitu pengamal binaan dan pemilik rumah itu sendiri. Mereka dianggap mempengaruhi kecacatan serta prestasi rumah.

Pemilihan dimensi adalah berdasarkan item-item pengukuran dalam soalan kajian. Perkara-perkara yang dibincangkan meliputi huraian faktor, huraian pengukuran soalan dan juga soal selidik.

3.4.1 Huraian Faktor

Kajian ini menjuruskan kepada empat faktor cabaran yang mempengaruhi berlakunya kecacatan pada rumah pasca pengubahsuaian dan prestasi rumah. Faktor-faktor tersebut adalah seperti berikut (Rajah 3.2):

- i. Kesilapan rekabentuk
 - a. Usia rumah tidak dianggap sebagai salah satu faktor kekangan utama kepada prestasi rumah. Kekangan fasa rekabentuk pula meneliti aspek bahan binaan, kos yang terlibat, spesifikasi, sejarah asal rekabentuk rumah dan estetika (Teppe, 2007, Murray, 2007).
- ii. Kekangan semasa pembinaan.
- iii. Kekangan pasca pengubahsuaian dan penghunian.
- iv. Ketidaksefahaman antara dua pihak, pengamal binaan dan pemilik rumah.



Rajah 3.2

Dimensi, Faktor, Cabaran dan Batasan.

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

3.4.2 Huraian Hipotesis

Faktor-faktor halangan dan cabaran yang dinyatakan di bawah adalah hipotesis yang menghalang kelestarian proses pengubahsuaian rumah. Sebanyak lima hipotesis dibentuk melalui persoalan kajian bagi maksud kajian ini iaitu:

- Bentuk dan jenis kecacatan pada elemen struktur rumah pasca pengubahsuaian.
- Ketidaksefahaman antara pengamal binaan dan pemilik rumah merupakan faktor berlakunya kecacatan elemen struktur rumah pasca pengubahsuaian.
- Akibat kesilapan pengamal binaan semasa proses rekabentuk, kemerosotan bahan binaan dan pembinaan telah menyebabkan kecacatan elemen struktur rumah pasca pengubahsuaian.

- iv. Prestasi kecacatan elemen struktur rumah pasca pengubahsuaian adalah diragui.
- v. Ketidakpuasan hati pemilik rumah dengan kesan kecacatan pada rumah pasca pengubahsuaian.

3.5 Rekabentuk Soalan Kaji Selidik

Berdasarkan kepada objektif kajian pengkaji telah merangka dan merekabentuk borang soal selidik yang akan digunapakai untuk mendapatkan maklumat latar belakang sejarah daripada pemilik atau penghuni rumah kajian. Tujuannya adalah bagi memudahkan anggaran atau jangkaan awal terhadap kondisi rumah kajian. Sehubungan itu, kaedah berikut digunapakai sebelum merekabentuk set soalan kaji selidik iaitu:

- i. perbincangan tinjauan,
- ii. membina ayat soalan kaji selidik,
- iii. jenis soalan kaji selidik – muktamad-tertutup (*closed-ended*),
- iv. membina borang kaji selidik dan
- v. pendekatan mendapatkan maklumat menggunakan Skala Likert.

3.5.1 Kaedah Perbincangan Tinjauan

Pembentukan persoalan dan hipotesis kajian melalui kaedah perbincangan tinjauan bersama beberapa orang ahli akademik, kontraktor, pemilik atau penghuni rumah

pasca pengubahsuaian, pelajar-pelajar kursus diploma kejuruteraan dan pembinaan serta orang awam.

Ahli akademik didalam bidang kejuruteraan struktur bahan dan bidang pengurusan pembinaan bangunan telah dipilih secara rawak, mereka masing-masing terdiri daripada guru dan pensyarah-pensyarah di Fakulti Kejuruteraan Awam (FKA) dan di Fakulti Senibina, Perancangan dan Ukur (FSPU), Universiti Teknologi MARA (UiTM), Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, UKM, Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Sekitar, UTHM dan Politeknik Kementerian Pelajaran Malaysia telah diambil keteranganya melalui sistem pesanan ringkas (SMS).

Hanya satu soalan sahaja diajukan kepada mereka iaitu kenapa berlakunya ketidakpuasan atau rungutan bahawa terdapat kecacatan seperti retak, bocor dan sebagainya pada bahagian rumah yang baharu diubahsuai berbanding rumah asal? Mereka diminta untuk memberikan pendapat berkenaan keadaan fizikal bangunan dan kaedah pembinaan.

Secara umumnya, ahli akademik berkenaan bersetuju bahawa proses rekabentuk sangat mempengaruhi hasil pembinaan kerana ia mempengaruhi fasa sebelum dan semasa pembinaan. Faktor pemilihan kontraktor bertaualiah, bahan binaan berkualiti, buruh berkemahiran, kaedah sambungan antara struktur lama dan baharu, penyiasatan tapak serta kemahiran kerja-kerja konkrit sangat memberi impak kepada hasil akhirnya kelak. Jadual 3.7 merupakan ringkasan komentar daripada ahli akademik berkenaan.

Jadual 3.7

Ringkasan Komentor Perbincangan Tinjauan Bersama Ahli Akademik

| Bidang | Komentor Perbincangan Tinjauan |
|------------|---|
| FKA, UKM) | Peranan <i>stakeholder</i> hanya sedikit dalam aspek pengubahsuaian maka, berlaku pengabaian berbanding membina bangunan baharu. |
| FSPU, UiTM | Faktor buruh, bahan dan tiada pihak yang bertanggungjawab, maka sukar untuk dikenalpasti. |
| FKA, UiTM | Kualiti binaan antara setiap pemaju adalah berbeza, maka kualiti rumah pasca pengubahsuaian adalah subjektif. |
| FKA, UiTM | Kaedah penyambungan antara unit asal dan unit tambahan rumah. |
| FSPU, UiTM | Pemilik rumah hanya mengutamakan faktor kos dan mudah runding. |
| FKA, UiTM | Tidak melakukan penyiasatan tapak, maka tidak pasti kekuatan tanah. |
| FKA, UiTM | Penyediaan asas bangunan yang minima kerana faktor ruang, jentera dan kepakaran. |
| FSPU, UiTM | Pemilik rumah mempunyai bujet yang rendah. Bekerjasama dengan kontraktor kecil, mengabaikan cerucuk dan penyelesaian tanah <i>soil settlement</i> . |
| Politeknik | Masalah rekabentuk tidak sesuai dengan beban yang ditanggung, silap anggaran tetulang. Kesilapan semasa <i>concreting work</i> atau lepaan. Puncanya tidak perlu pengesahan jurutera dan kebenaran PBT. |
| FKA, UiTM | Tidak pilih <i>proper foundation</i> , berlaku <i>settlement</i> dan ada minor <i>cracks</i> disebabkan <i>overload</i> daripada atas. Rekabentuk rasuk dan besi tidak sesuai atau kerja konkrit. |
| Politeknik | <i>Gutter</i> tak dapat tampung aliran air, beban kenaan yang tinggi. Faktor mutu kerja, walaupun spesifikasi lengkap tetapi kontraktor curi simen, tetulang atau apa sahaja untuk jimatkan kos dan buruh kurang kemahiran (upah murah). |
| FKAS, UTHM | Lepaan simen yang retak disebabkan proses pengecutan berlaku. Retak disebabkan <i>over load</i> (jika retak pada arah menegak) atau tetulang sedikit dan bersaiz kecil. |
| FSPU, UiTM | Pengukuran tidak tepat, masalah semasa pembinaan. Mungkin kaedah pembinaan, beban mungkin disokong sebahagiannya oleh dinding di bawahnya. Sejarah pembinaan kita tidak tahu atau hendak jimatkan tetulang besi. |
| Politeknik | Mungkin <i>concrete cover</i> nipis atau besi tak cukup. Kalau retak memanjang dan mendatar mungkin besi tetulang berkarat. |
| FKA, UiTM | Masalah rekabentuk kerana biasanya tukang tentukan spesifikasinya sendiri, kekangan kos mempengaruhi rekabentuk struktur. Contohnya, guna <i>rounded bar</i> bukannya <i>texture bar</i> , keupayaan besi terbatas menyebabkan kegagalan tanggungan beban sendiri dan beban kenaan. Kaedah pembinaan, tak guna alat pemadat menyebabkan <i>honeycombed concrete</i> dan menutup rongga dengan lepaan. |
| FSPU, UiTM | Retak kemasan - masalah mutu kerja, tukang kurang mahir atau bancuhan mortar terlalu keras/lembut. Retak struktur berlaku kerana tidak mengikut spesifikasi. |
| Politeknik | Masalah rekabentuk, jika berlaku pertambahan beban menyebabkan berlaku kerosakan / retak. Keupayaan galas tanah dan asas tidak dapat menggung beban rumah. Bagi pengubahsuaian rumah pula biasanya berlaku kecacatan / retak pada sambungan kerana berlakunya bezaan enapan yang besar antara bangunan asal dan tambahan. |
| FSPU, UiTM | Mutu kerja, <i>settlement</i> . Tiada cerucuk tak semestinya masalah <i>settlement</i> , mungkin <i>soil condition</i> , banyak faktor, nak salahkan kontraktor 100% pun tidak boleh. |

| | |
|------------|---|
| FKAS, UTHM | Tidak mengamal kaedah pembinaan sepatutnya, biasanya bahagian sambungan antara struktur lama dan baharu diabaikan, retak akan berlaku. |
| FSPU, UiTM | Masalah bancuhan konkrit, konkrit tidak padat, masa pengeringan konkrit, bocor disebabkan tidak ada <i>waterproofing</i> dan penyambungan tak betul atau tanah mendap, |
| FKA, UiTM | <i>Hairline cracks</i> disebabkan oleh mutu kerja, campuran bahan dan juga cuaca, tidak bahaya, jika retak pada struktur ia melibatkan masalah rekabentuk atau kegagalan asas <i>settlement</i> . |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018)

Perbincangan tinjauan bersama kontraktor atau pengamal binaan telah dijalankan juga secara rambang di sekitar tapak pembinaan di Daerah Kota Samarahan, Sarawak. Mereka dipilih secara rambang iaitu dengan pengkaji pergi langsung ke tapak binaan tanpa ada sebarang temujanji. Topik perbincangan kami merupakan beberapa isu pembinaan seperti:

- i. adakah tuan merupakan kenalan kepada pemilik premis ini?,
- ii. perlukah penggunaan cerucuk atau asas bangunan untuk kerja-kerja pembinaan kecil?,
- iii. adakah pembinaan ini mempunyai pelan struktur?,
- iv. apakah masalah yang kebiasaanya berlaku semasa pembinaan?,
- v. kenapa berlakunya keretakan pada bangunan? Soalan-soalan berbentuk umum dan terbuka berkenaan dianggap tidak bias dan bukan soalan yang boleh bersifat memerangkap.

Jadual 3.8 memaparkan ringkasan soalan semasa perbincangan tinjauan bersama pengamal binaan. Didapati faktor kontraktor atau tukang berpengalaman, penyeliaan buruh di tapak bina, bahan binaan, kos dan rekabentuk adalah penyumbang kepada kesempurnaan dalam pembinaan.

Jadual 3.8

Ringkasan Komentor Perbincangan Tinjauan Bersama Pengamal Binaan

| Bidang | Komentor Perbincangan Tinjauan |
|--------------|--|
| Kontraktor | Bapa saudara, guna cerucuk bakau dan tak perlu beam, kita anggar sahaja bahan binaan sebab sudah biasa bina rumah. Kalau lewat itu perkara biasa, mungkin tuan rumah kesuntukan wang, hujan atau ubah rekabentuk. Retak sebab tuan rumah hendak jimat kos, material murah. |
| Buruh binaan | Buruh Indonesia, guna cerucuk bakau. Bos hanya datang lihat pagi sahaja, kami buat kerja sendiri, kalau bahan tidak cukup, tunggu esok pagi. |
| Kontraktor | Kami kontrak, kos ditetapkan. Bahan binaan kami beli dan diselia sentiasa pergerakan buruh. Bayar apabila kerja siap dan penyerahan. Biasanya retak disebabkan mutu kerja. |
| Kontraktor | Tanah Samarahan kuat, tak perlu padatkan, bakau dah cukup, ikat bata keliling tak perlu tiang dan rasuk, hanya dapur 10' x 10'. |
| Buruh binaan | Bumiputra, gaji sikit, pening nak ikut tuan rumah atau majikan, |

Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Perbincangan tinjauan bersama pemilik atau penghuni rumah pasca pengubahsuaian dan orang awam juga dijalankan secara rambang di sekitar taman-taman perumahan di Daerah Kota Samarahan, Sarawak. Mereka diajukan beberapa soalan berbentuk umum, terbuka dan bukan bersifat menyelidik, ini dilakukan untuk mengelakkan jawapan bias berlaku, contoh soalan tersebut ialah:

- i. cantik rumah tuan/puan, adakah rekabentuk pelan daripada idea tuan sendiri atau mendapat sumbangan idea oleh pakar rekabentuk?,
- ii. siapakah kontraktornya?,
- iii. bagaimana tuan/puan kenal kontraktor ini?,
- iv. kaedah pembayaran upah adakah dilakukan secara bayaran harian atau dibayar secara pukal?,
- v. adakah berlakunya perubahan atau penambahan kos berbanding anggaran kos asal sebagaimana rundingan awal?,
- vi. adakah tuan/puan cukup berpuashati dengan hasil kerja pengubahsuaian rumah ini?, dan

- vii. adakah terdapatnya kecacatan seperti retak, mengelupas atau kemusykilan lain pada pandangan mata tuan/puan?

Jawapan-jawapan responden dalam perbincangan tinjauan ini telah dikumpul dan disaring untuk membentuk set soalan kaji selidik. Umumnya pemilik rumah bersetuju bahawa kontraktor perlu membuat anggaran yang tepat agar tidak ada perubahan kos berlaku, buruh kurang mahir digajikan, penyiasatan tanah diabaikan, kelewatan dan hasil kerja yang kurang memuaskan merupakan cabaran rumah pasca pengubahsuaian. Jadual 3.9 memaparkan ringkasan pernyataan semasa perbincangan tinjauan bersama pemilik rumah.

Jadual 3.9
Ringkasan Komentor Perbincangan Tinjauan Bersama Pemilik Rumah

| Pemilik Rumah | Komentor Perbincangan Tinjauan |
|---------------|--|
| 1 | Kontrak harga lump sum, jiran <i>recommended</i> , puashati. |
| 2 | Kawan bina, upah gaji hari, bahan beli sendiri, lambat siap, selepas dua tahun ada retak sikit di dapur. |
| 3 | Tak puas hati, tukang lari, pendahuluan ambil kerja tak siap, tukang baru, hujan lebat lantai tak tutup, berlubang-lubang, tidak ada beam. |
| 4 | Kontraktor Cina, harga mahal sikit, puashati, harga tetap, bayar bila kerja siap semua. |
| 5 | Buruh tak mahir, bos tiada waktu bina, senget-benget kabinet, gaji harian, ada tambahan kos. |
| 6 | Tidak korek tanah, guna bakau. Bahan binaan kami beli. Tukang Melayu, sedikit lewat sahaja. |

Sumber: Kajian penyelidik (2018).

3.5.2 Membina Soalan Kaji Selidik

Lanjutan daripada kajian perbincangan tinjauan terhadap lima jenis responden berkenaan, pengkaji telah menetapkan beberapa kedah membina soalan kaji selidik bagi kajian ini. Adaptasi daripada kajian pengkaji terdahulu yang telah memasukkan

dan mengubahsui (Ling & Liu, 2004), meringkaskan dan mengubahsui model-model yang dianggap berjaya (Westerveld, 2003) iaitu

- i. mengambil keseluruhan ayat atau petikan frasa responden,
- ii. mengubahsui struktur ayat dan
- iii. menggunakan ayat pengkaji sendiri sepenuhnya.

Kaedah ini digunapakai kerana set soalan kaji selidik ini akan diajukan kepada pemilik atau penghuni rumah pasca pengubahsuaian sebagai responden. Pengkaji perlu mempermudah struktur ayat dan gaya bahasa agar ia tidak bersifat bias, ini disebabkan pengkaji tidak pasti latar belakang akademik bakal responden berkenaan. Besar kemungkinan responden adalah warga emas, mungkin responden sukar memahami bahasa ilmiah (selain Bahasa Melayu Sarawak) atau istilah teknikal, responden adalah buta huruf, responden tidak faham kehendak kajian serta pelbagai kemungkinan lain yang diluar pengetahuan pengkaji.

Borang kaji selidik yang dikemukakan kepada responden iaitu pemilik rumah yang dijadikan rumah mereka sebagai sampel kajian. Borang berkenaan mempunyai tiga bahagian iaitu Bahagian A adalah dapatan maklumat pengalaman responden bekerjasama dengan pengamal binaan, Bahagian B pula dapatan maklumat berupa pandangan pemilik tentang aspek pengubahsuaian secara umum bagi tujuan meminimumkan kecacatan rumah pasca pengubahsuaian dan penambahbaikan kepada proses jika ia dilaksanakan dan Bahagian C pula merupakan bahagian penilaian maklumat kondisi rumah responden yang meliputi tiga ujian yang berbeza.

Bahagian A dalam borang tersebut telah dibahagikan kepada empat kategori dapatan maklumat, objektif soalan adalah untuk mendapatkan maklumat pengalaman serta responden semasa berkerjasama dengan pengamal binaan berkenaan dan bagi mengurangkan kekeliruan atau soalan berulang kepada responden. Kategori-kategori berkenaan terdiri daripada kategori maklumat umum, maklumat rekabentuk, maklumat semasa proses pengubahsuaian dan maklumat pasca pengubahsuaian.

Terdapat sebanyak 34 soalan berbentuk objektif di dalam set soalan Bahagian A. Ia berkisar dalam skop maklumat umum berkenaan rumah kajian dan termasuk juga soalan bersifat fakta maklumat yang memerlukan kerjasama pemilik rumah kajian untuk mengingatkan sedikit sejarah pengubahsuaian rumah mereka. Soalan-soalan berkenaan dianggap sebagai perkongsian maklumat antara pengkaji dan pemilik tersebut dalam mencari penyelesaian.

Soalan-soalan berkenaan telah dibahagikan kepada tiga kategori fasa beserta tiga pilihan iaitu pilihan ya, tidak dan tidak pasti seperti perincian berikut iaitu:

- i. soalan 1 hingga 6 adalah maklumat demografi pemilik,
- ii. soalan 7 hingga 15 adalah dalam kategori maklumat fasa sebelum pengubahsuaian,
- iii. soalan 16 hingga 24 adalah dalam kategori maklumat fasa semasa proses pengubahsuaian dan seterusnya adalah soalan dalam kategori maklumat fasa pasca pengubahsuaian.

Jadual 3.10 menerangkan secara terperinci faktor halangan terhadap pemilik rumah dengan pecahan maklumat berkenaan peraturan, kesedaran, pengetahuan dan kemahiran pengamal binaan.

Jadual 3.10

Perincian soalan soal selidik Borang A, Bahagian A

| Faktor halangan kepada pemilik rumah | Perincian faktor halangan terhadap pemilik rumah | No. soalan Bah. A |
|--|--|-------------------|
| Peraturan | Memohon kelulusan daripada PBT | 7 |
| | Mempunyai 'agreement' bertulis | 8 |
| | Keperluan penyediaan pelan struktur | 12 |
| | Keperluan mengkaji sejarah rumah | 13 |
| | Keperluan mengadakan sambungan | 14 |
| | Penetapan kos pembinaan | 15 |
| Kesedaran (Ahmad, 2002) | Siasat latarbelakang kontraktor | 10 |
| | Penglibatan pengurus projek | 23 |
| | Kepuasan (hasil kerja) | 25 |
| | Tempoh masa disiapkan | 27 |
| | Pengurusan pekerja / buruh | 30 |
| | Keperluan kerja-kerja pembaikan | 32 |
| | Keperluan pelan tindakan alternatif | 34 |
| Pengetahuan | Latarbelakang akademik | 2 |
| | Keperluan elemen asas bangunan | 17 |
| | Keperluan elemen rasuk | 18 |
| | Keperluan elemen tiang | 19 |
| | Keperluan elemen lintel | 20 |
| | Keperluan kerja pengorekan tanah | 21 |
| | Keperluan kerja pemadatan tanah | 22 |
| | Mengenalpasti jenis kecacatan | 26 |
| | Keperluan penyelenggaraan | 31 |
| | Mengesan kehadiran kecacatan | 34 |
| | | |
| Kemahiran (Josephon, 1999) (Conillion, 2001) | Guna khidmat kontraktor / bukan | 9 |
| | Guna khidmat perunding | 11 |
| | Pembelian bahan binaan | 16 |
| | Mengenalpasti kualiti kerja | 28 |
| | Mengenalpasti pengurusan bahan | 29 |
| | Penarafan prestasi rumah | 33 |

Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Didapati bahawa semasa ditemubual, peranan pemilik rumah dan pengamal binaan telah mempengaruhi berlakunya kecacatan pada rumah pasca pengubahsuaian. Ini kerana semasa peringkat rekabentuk, pemilik rumah telah menghadkan kos yang akan dibelanjakan, masa yang diperuntukkan, jenis bahan binaan serta rekabentuk rumah sebelum berkerjasama dengan pengamal binaan bagi pengubahsuaian.

Pengamal binaan pula semasa peringkat rekabentuk tidak menyatakan dengan jelas bahan binaan yang sesuai untuk digunakan tanpa mengira faktor kos, tidak mengkaji sejarah asal rumah seperti saiz struktur utamakongkrit sama ada berupaya menanggung beban tambahan atau tidak, penggunaan cerucuk, rasuk dan tiang sebagai struktur sokongan, kaedah sambungan diantara struktur asal dengan struktur baharu, penyiasatan tanah serta kaedah pembinaan.

Semasa proses pengubahsuaian pula kekangan yang timbul kebanyakannya hanya dipengaruhi oleh pengamal binaan seperti penggajian buruh binaan yang kurang mahir, kedalaman korekan, pelan mitigasi sekiranya berlakunya hujan lebat semasa pembinaan, pengendalian bahan binaan yang kurang cekap dan mementingkan keuntungan semata-mata. Kesemua faktor-faktor di atas akan mempengaruhi mutu hasil kerja pasca pembinaan atau semasa fasa menduduki atau dihuni.

Fasa penghunian iaitu pasca pengubahsuaian. Pemilik rumah perlu memastikan rumah mereka sentiasa kemas dan diselenggara dengan baik untuk memastikan rumah mereka kekal dalam keadaan prestasi baik. Namun begitu kesilapan atau kelalaian semasa fasa rekabentuk dan fasa pembinaan adalah penyumbang utama berlakunya kecacatan kepada rumah berkenaan.

Bahagian B pula mengandungi 20 soalan yang menyentuh berkenaan faktor-faktor cabaran kepada pengamal binaan dan pemilik rumah untuk pemurnian (Jadual 3.11) seperti berikut:

- i. peraturan yang perlu dipatuhi,

- ii. kesedaran kedua-dua pihak dalam konteks pembinaan,
- iii. pengetahuan sedia ada, dan
- iv. kemahiran kedua-dua pihak.

Jadual 3.11

Perincian soalan soal selidik Borang A, Bahagian B

| Faktor cabaran kepada pemilik rumah / pengamal binaan | | Pandangan pemilik rumah bagi meminimumkan kecacatan pasca pengubahsuaian | No. soalan Bah. B |
|---|-----------------|--|-------------------|
| Peraturan | Pengamal binaan | Hanya kontraktor sah dibenarkan | 3 |
| | | Menilai prestasi struktur | 4 |
| | | Mempunyai 'agreement' bertulis | 5 |
| | | Mempunyai 'warranty period' jaminan hayat | 6 |
| | | Tidak berlaku kelewatan | 9 |
| | Pemilik rumah | Pelan struktur diluluskan oleh PBT | 1 |
| Kesedaran | Pengamal binaan | Kecacatan / kerosakan tanggungjawab kontraktor | 7 |
| | | Mengutamakan prestasi kerja 'workmanship' | 17 |
| | Pemilik rumah | Mendapat khidmat nasihat daripada PBT | 2 |
| Siasat latarbelakang kontraktor | | 19 | |
| Pengetahuan | Pengamal binaan | Pembayaran dilakukan setelah selesai pembinaan 'hand over' | 12 |
| | Pemilik rumah | 'Warranty of period' luput jika tidak diselenggara | 8 |
| | | Mempunyai pengetahuan asas teknikal | 18 |
| Kemahiran | Pengamal binaan | Melakukan pemeriksaan tanah | 13 |
| | | Menggaji buruh / pekerja berkemahiran | 14 |
| | | Mahir mengurus bahan binaan | 15 |
| | | Mempunyai pelan tindakan alternatif | 16 |
| | Pemilik rumah | Kedua-dua berkerjasama dalam pemilihan bahan binaan | 10 |
| | | Kedua-dua bersetuju dengan kos | 11 |
| | | Membeli sendiri bahan binaan | 20 |

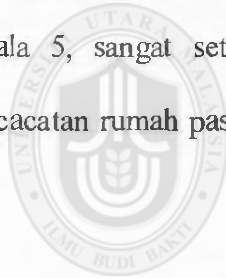
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

3.5.3 Jenis Soalan Kaji Selidik: Muktamad-Tertutup (*Closed-Ended*)

Soalan-soalan di Bahagian B set soalan soal selidik adalah menggunakan Skala Likert. Ia bagi memudahkan responden untuk membuat pilihan jawapan berdasarkan pendapat mereka sendiri. Pengukuran pula dibuat berdasarkan kepada tahap persetujuan responden terhadap sesuatu perkara.

Tahap persetujuan responden kemudiannya diukur menggunakan Skala Likert yang bermula pada skala 1 sehingga 5 iaitu seperti berikut:

- i. skala 1, amat tidak setuju - faktor tersebut amat tidak menyumbang kepada kecacatan rumah pasca pengubahsuaian,
- ii. skala 2, tidak setuju - faktor tersebut tidak menyumbang kepada kecacatan rumah pasca pengubahsuaian,
- iii. skala 3, tidak kisah - faktor tersebut dianggap sangat sedikit menyumbang kepada kecacatan rumah pasca pengubahsuaian,
- iv. skala 4, setuju - faktor tersebut menyumbang kepada kecacatan rumah pasca pengubahsuaian, dan
- v. skala 5, sangat setuju - faktor tersebut sangat menyumbang kepada kecacatan rumah pasca pengubahsuaian.



Universiti Utara Malaysia

3.6 Kajian Rintis (*Pilot Test*)

Sebelum kajian sebenarnya dijalankan, satu kajian rintis dilakukan terlebih dahulu untuk mendapatkan kesesuaian soalan-soalan dalam borang soal selidik yang dibentuk. Selain itu, ia juga dapat mengenalpasti sekiranya terdapat soalan-soalan yang kurang jelas dan sukar untuk difahami dan dijawab oleh responden. Kaedah ini merupakan set soalan percubaan untuk mengenalpasti keberkesanan soalan-soalan tersebut boleh digunapakai bagi mencapai objektif kajian (Swetnam, Mountford, Manchester & Broughton 2004). Bagi memenuhi matlamat kajian, pengkaji telah menemuduga pengamal binaan, pemilik rumah dan ahli akademik secara langsung

diperingkat perbualan tinjauan. Ulasan daripada mereka telah diteliti dan diambilkira untuk penambahbaikan, seterusnya dilakukan set soal selidik yang baharu.

Menurut Ayob (2007), jumlah sampel seramai 30 orang adalah memadai manakala, Sarrela (1996) menyatakan lebih awal bahawa jumlah responden atau sampel yang digunakan dalam kajian rintis biasanya tidak kurang daripada 20 orang sampel, ia adalah satu jumlah yang boleh diterima. Oleh itu, penyelidik memilih sebanyak 30 sampel untuk kajian rintis ini.

Set soal selidik yang telah direkabentuk telah diuji melalui *pilot test* pertama kepada seramai 30 orang responden iaitu terdiri daripada empat orang ahli akademik dan selebihnya adalah pelajar-pelajar semester lima Diploma Kejuruteraan Awam, UiTM Samarahan, Sarawak. Mereka telah dipecahkan kepada dua kaedah kajian rintis iaitu secara bersemuka (bagi pelajar-pelajar) manakala secara tidak bersemuka iaitu melalui email atau khidmat perkhidmatan ringkas SMS (bagi ahli akademik). Kaedah ini digunapakai bagi tujuan untuk mendapatkan maklumbalas yang bersifat bebas iaitu tidak dipengaruhi oleh pengkaji seperti memberi penerangan kepada setiap soalan tentang maksud sebenar soalan berkenaan.

Hasil daripada kajian yang dijalankan secara bersemuka berkenaan, responden telah diminta untuk memberi ulasan serta cadangan sekiranya mereka keliru atau kurang faham dengan kehendak soalan yang diajukan. Responden yang terdiri daripada pelajar berkenaan telah diberikan masa selama 20 minit untuk memberi maklumbalas kepada 70 soalan yang diajukan. Mereka tidak dibenarkan bertanya, jika terdapat kekeliruan kepada struktur ayat maka, mereka bolehlah membina ayat baru mengikut

kefahaman masing-masing. Selepas menjawab dan menyerahkan set soalan berkenaan, mereka diberi peluang untuk bertanya berhubung soalan yang mengelirukan tadi dan penerangan akan dilakukan oleh penyelidik.

Manakala bagi responden dikalangan ahli akademik mereka perlulah memberikan komentar melalui sistem pesanan ringkas (SMS), iaitu tidak dipengaruhi oleh faktor komunikasi. Kaedah ini telah disarankan oleh Sharma (1996) dan Sekaran (1999). Responden diberikan masa dua minggu untuk memberi maklumbalas. Komunikasi dua hala akan berlaku apabila pengkaji menjelaskan dan memberikan penerangan kepada segala persoalan yang diajukan sama ada secara lisan, melalui panggilan telefon atau melalui email sehinggalah kedua-dua pihak berpuas hati. Pendekatan ini adalah sebagaimana disarankan oleh Babbie (2001) iaitu soal selidik yang berkualiti adalah proses yang dikawal oleh penyelidik secara terbuka.

Kajian rintis pertama telah dijalankan bersama 30 orang responden iaitu terdiri daripada empat orang ahli akademik dan selebihnya adalah pelajar-pelajar semester lima Diploma Kejuruteraan Awam, UiTM Samarahan, Sarawak. Kajian rintis pertama telah dijalankan pada Mac 2014 dan nilai alpha yang diperolehi bagi kajian rintis pertama adalah 0.578. Oleh itu, nilai kebolehpercayaan ini adalah terlalu rendah dan tidak memuaskan (Jadual 3.12).

Jadual 3.12
Kategori Nilai Alpha (Kebolehpercayaan).

| Nilai Alpha | Kebolehpercayaan | |
|------------------|------------------------------------|---|
| 0.96 hingga 1.00 | Kurang memuaskan | Terdapat pertindihan soalan di dalam soal selidik dan perlu diubahsuai. |
| 0.80 hingga 0.95 | Tinggi dan memuaskan | Soal selidik sesuai digunakan. |
| 0.65 hingga 0.79 | Memuaskan | Soal selidik boleh digunakan. |
| 0.50 hingga 0.64 | Rendah dan kurang memuaskan | Sebilangan soalan perlu diubahsuai dan ujian kebolehpercayaan perlu dilakukan semula. |
| Di bawah 0.50 | Terlalu rendah dan tidak memuaskan | Soal selidik tidak sesuai untuk kajian dan semua soalan perlu diubahsuai serta ujian kebolehpercayaan perlu dilakukan semula. |

Sumber: Chua (2012)

Seterusnya, kajian rintis kedua telah dijalankan di kawasan perumahan Taman Desa Ilmu yang dipilih secara rawak dan melibatkan 30 pemilik rumah. Tujuan kajian rintis adalah bertujuan untuk mengenalpasti tahap pemahaman pemilik rumah terhadap soalan-soalan yang terdapat di dalam set soal selidik. Selain itu, kajian rintis juga adalah bagi memperoleh nilai alpha. Soal selidik yang mempunyai nilai alpha 0.65 hingga 0.95 peratus menunjukkan soal selidik tersebut mempunyai kebolehpercayaan (*reliability*) yang tinggi dan memuaskan serta boleh digunakan dalam kajian sebenar. Ujian rintis yang nilai pekali alphanya adalah antara 0.655–0.791 dengan nilai puratanya 0.726, iaitu nilai yang menghampiri nilai 1.0. Nilai itu adalah amat baik (de Vaus, 2002, hlm.73).Kajian rintis kedua telah dijalankan pada Julai 2014 dan nilai kebolehpercayaan yang diperolehi adalah 0.731. Ini bermakna nilai kebolehpercayaan tersebut adalah tinggi dan memuaskan serta item-item sesuai digunakan didalam kajian sebenar.

3.7 Prosedur Kerja Pemeriksaan Bangunan

Prosedur kerja pemeriksaan bangunan yang digunakan bagi kajian ini adalah sebagaimana prosedur standard yang ditetapkan, prosedur ini juga adalah amalan biasa bagi pasukan pemeriksaan daripada Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR) untuk memeriksa keadaan bangunan sedia ada. Mohd Nurfaizal, Syamilah, Mohd Dzulkarnaen dan Nur Fadhillah (2014) juga telah menggunakan prosedur pemeriksaan ini bagi mengenalpasti kondisi bangunan stesen komuter Klang, Selangor dan memperakui keberkesanannya.

Berdasarkan kepada ujian rintis, pengkaji telah melaksanakan pendekatan sebagaimana disarankan oleh kebanyakan sarjana seperti Nachmias dan Nachmias, 2000 (op.cit. hlm. 83), Babbie (op.cit. him. 258), Fellows dan Lui (op.cit. hlm. 94) dan Ayob (op.cit. him. 135). Kaedah ini merupakan proses pengumpulan data yang paling utama kerana ujian-ujian statistik selanjutnya boleh dilakukan untuk mencapai tujuan kajian ini.

3.7.1 Kaedah Ujian CSPI

Kebiasaanya kerja ukur kondisi dinilai melalui tiga protokol iaitu pertama, protokol pemeriksaan secara visual, kedua, protokol ujian tanpa musnah dan yang ketiga, ujian pemusnah. Namun untuk tujuan kajian ini pengkaji hanya menggunakan protokol pertama dan kedua sahaja. Ukur kondisi kaedah pemeriksaan secara visual dijalankan dengan cara penilaian direkodkan menggunakan Borang B, Borang Pemeriksaan Secara Visual (Jadual 3.3). Peralatan seperti kamera, borang jadual semak keadaan

rumah (Ramly, 2007; Glover, 2003) dan buku log merupakan instrumen lain yang telah digunakan semasa penilaian kerja lapangan. Namun untuk menjayakan kajian ini, pengkaji menggunakan borang yang telah diubahsuai bersesuaian dengan objektif kajian.

Kondisi rumah dinilai menggunakan Matrik CSP1 dan menilai menggunakan rubrik BCA yang melibatkan kaedah pemeriksaan visual berdasarkan penjumlahan kecacatan yang dikenalpasti terdapat pada setiap komponen atau struktur dinding, tiang, lantai dan rasuk. Borang B ini telah diubahsuai serta dipermudahkan seperti dijelaskan di perenggan 3.2.1.2 Pengumpulan data ujian visual akan mengumpulkan pelbagai maklumat di dalam satu jadual lengkap.

Berikut adalah prosedur mengumpul data, menilai dan analisis data CSP1 menggunakan rubrik BCA beserta contoh analisis (Rajah 3.3) iaitu:

- i. hitung bilangan kecacatan pada setiap komponen struktur rasuk, tiang, lantai dan dinding bagi setiap jenis-jenis kecacatan,
- ii. tentukan skala fizikal 1 hingga 5 bagi kecacatan komponen berkenaan berpandukan rubrik BCA seperti di Jadual 2.5, Jadual Tahap Keadaan Fizikal Komponen Bangunan,
- iii. tentukan skala penyelenggaraan 1 hingga 5 bagi kecacatan komponen berkenaan berpandukan rubrik BCA seperti di Jadual 2.6, Jadual Tahap Keutamaan Tindakan Penyelenggaraan Bangunan,
- iv. seterusnya darabkan skala yang diberi di perenggan (ii) dan (iii) di atas untuk mendapatkan matrik tahap keadaan fizikal dan keutamaan tindakan

- penyelenggaraan rumah seperti di Jadual 2.7, Matrik Tahap Keadaan Fizikal dan Keutamaan Tindakan Penyelenggaraan,
- jumlahkan semua bilangan kecacatan bagi setiap jenis-jenis kecacatan pada komponen bagi setiap unit rumah,
 - jumlahkan hasil darab di perenggan (iv),
 - jumlahkan keseluruhan jenis-jenis kecacatan pada rumah dinilai,
 - bahagikan jumlah hasil darab di perenggan (vi) dengan jumlah keseluruhan jenis kecacatan di perenggan (vii) untuk mendapatkan skor rating klasifikasi penarafan bangunan,
 - padankan skor yang diperolehi dari bahagian (viii) untuk dapatkan keadaan kondisi rumah seperti di Jadual 2.8, Klasifikasi Penarafan Bangunan, dan
 - menghasilkan laporan eksekutif secara berkelompok beserta cadangan matrik tindakan penyelenggaraan rumah oleh penyelidik (Rajah 3.4).

| Jenis kecacatan | TD/1 | S'gara | TD/2 | S'gara | TD/3 | S'gara | TD/4 | S'gara | TD/5 | S'gara |
|---------------------------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|
| Retak Pengecutan | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| SKALA fizikal | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 12 | 3 | 9 | 4 | 12 |
| Pelekangan | | | | | | | | | | |
| Pengelupasan Konkrit | 1 | 4 | | | 3 | 5 | | | | |
| SKALA fizikal | 3 | 12 | | | 4 | 20 | | | | |
| Resap air | 1 | 3 | | | 2 | 4 | | | 1 | 3 |
| SKALA fizikal | 4 | 12 | | | 5 | 20 | | | 4 | 12 |
| Condong | | | | | | | | | | |
| Retak Bata | 4 | 4 | 2 | 4 | 8 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 |
| SKALA fizikal | 4 | 16 | 3 | 12 | 5 | 20 | 3 | 12 | 3 | 12 |
| Jumlah Bilangan Kecacatan | 8 | | 4 | | 74 | | 4 | | 7 | |
| Jumlah Jenis Kecacatan | 49 | | 21 | | 72 | | 21 | | 36 | |
| Jumlah Skor Keseluruhan | 4 | | 2 | | 4 | | 2 | | 3 | |
| Skor Prestasi | 12 | | 11 | | 18 | | 11 | | 12 | |

Rajah 3.3
Contoh Analisis Kondisi Rumah.
Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Pemilihan rubrik BCA adalah lebih sesuai atau lengkap berbanding CSP1, ini kerana rubrik BCA terdapat lima tahap penarafan (*rating*) berbanding hanya empat tahap penarafan bagi CSP1. Namun begitu helaian ringkasan eksekutif yang diperkenalkan melalui matriks CSP1 (Rajah 2.3) secara berasingan itu telah dimurnikan untuk memaparkan laporan ringkasan eksekutif secara keseluruhan beserta matrik tindakan penyelenggaraan (Rajah 3.4).

Ringkasan eksekutif pemeriksaan CSP1/BCA

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| TD1 | TD2 | TD3 | TD4 | TD5 | TD6 | TD7 | TD8 | TD9 | TD10 | TD11 | TD12 | TD13 | TD14 | TD15 | TD16 |
| 12 | 11 | 18 | 12 | 12 | 12 | 10 | 15 | 12 | 11 | 12 | 13 | 12 | 11 | 11 | 11 |
| TS1 | TS2 | TS3 | TS4 | TS5 | TS6 | TS7 | TS8 | TS9 | TS10 | TS11 | TS12 | TS13 | TS14 | TS15 | TS16 |
| 14 | 12 | 10 | 11 | 12 | 12 | 13 | 11 | 10 | 11 | 12 | 12 | 14 | 11 | 12 | 15 |

Klasifikasi Penarafan Bangunan

| Keadaan / kondisi | Matrik tindakan | Skor |
|-------------------|--|-------|
| Sangat baik | Penyenggaraan berjadual | 1-5 |
| Baik | Penyenggaraan berdasarkan keadaan <i>condition based</i> | 6-10 |
| Sederhana | Pembaikan | 11-15 |
| Kritikal | Pemulihan | 16-20 |
| Sangat kritikal | Penggantian | 21-25 |

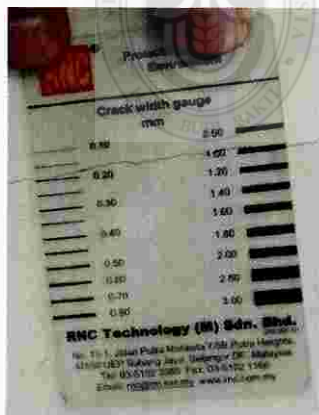
Rajah 3.4
Cortoh Laporan Ringkasan Eksekutif Kondisi Rumah.
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

3.7.2 Kaedah Ujian Tanpa Musnah (NDT).

Setelah selesai pemeriksaan CSP1 maka, maklumat frekuensi kecacatan komponen atau struktur telah dikenalpasti daripada aspek jumlah dan skala kecacatan yang kelihatan. Hanya struktur konkrit dan elemen dinding bata yang mengalami keretakan dipilih untuk menjalani Ujian Tanpa Musnah *non-destructive test* (NDT). Bagi maksud objektif kajian ini, pengkaji ingin memastikan prestasi bangunan yang dinilai melalui

kaedah NDT adalah lebih tepat bagi menterjemah nilai yang dilakukan semasa matrik CSP1. Oleh itu kaedah NDT hanya sesuai untuk struktur konkrit maka, elemen yang diperbuat daripada bahan kayu dan keluli adalah diluar skop kajian dan keupayaan alat berkenaan. Manakala sampel kajian juga merujuk kepada unit rumah di taman-taman perumahan yang semestinya struktur bangunan adalah diperbuat daripada konkrit bertelulang dan dinding bata.

Kerja-kerja pengukuran NDT akan dilakukan dengan menggunakan peralatan kejuruteraan iaitu UPV dan *Rebound Hammer*. Ini bertujuan untuk memastikan bahawa hasil penilaian kondisi CSP1 adalah selari dengan keputusan yang diperolehi melalui ujikaji menggunakan peralatan kejuruteraan di lapangan maka, pengujian hipotesis nul dan hipotesis kajian dapat dikenalpasti.



(i)



(ii)

Rajah 3.5

Alat mengukur lebar retak (i) 'Cracks comparator' dan (ii) 'Feeler Gauge Blade'.

Kaedah NDT akan digunapakai untuk mengenalpasti keadaan retakan dalam aspek kedalaman dan lebar garis retak, disamping itu juga dapat dikenalpasti kekuatan mampatan konkrit beserta skor prestasi rumah semasa.

Manakala klasifikasi retak berdasarkan lebar iaitu retak rerambut (*hairline cracks*) (0.1 mm), retak halus *fine cracks* (0.1 mm – 1 mm), retak sederhana *medium cracks* (1 mm – 2 mm) dan retak besar *wide cracks* (> 2 mm) akan ditentukan. Lebar retak boleh diukur dengan mudah dan cepat apabila menggunakan *cracks comparator* atau *feeler gauge blade* (Rajah 3.5). Manakala pita ukur keluli digunakan untuk mendapatkan ukuran panjang garisan retak berkenaan. Borang C (Lampiran 2.3), Borang Penilaian struktur konkrit digunakan bersama untuk menilai kekuatan permukaan struktur konkrit rumah pasca pengubahsuaian menggunakan UPV dan *Rebound Hammer* digunakan. Ia bagi merekodkan maklumat lebar retak pada setiap struktur rumah, jumlah garisan retak dan ukuran kedalaman retak bagi setiap struktur konkrit serta ruang seperti pada struktur dinding, tiang, lantai atau rasuk pada ruang dapur, tandas dan sebagainya melalui pemeriksaan penilaian NDT.

3.7.2.1 Kaedah Ujian Tukul Anjal (*Rebound Hammer*)

Melalui kajian ini, beberapa faktor yang boleh mempengaruhi bacaan hasil pengujian penilaian kekerasan permukaan struktur konkrit menggunakan *Rebound Hammer* dapat dikenalpasti sama ada nisbah bancuhan konkrit, keseragaman adunan konkrit, saiz maksima batu baur yang digunakan dan kekuatan struktur konkrit telah menepati spesifikasi sebagaimana rekabentuk bangunan asal.

Berikut adalah prosedur kerja lapangan menjalankan ujian *Rebound Hammer* iaitu:

- i. silinder *Rebound Hammer* hendaklah dipegang dengan kuat, tanpa sebarang pergerakan dan secara sudut tepat 90° untuk mendapatkan ukuran

yang jitu, peralatan ini hanya sesuai untuk elemen tiang, rasuk dan lantai konkrit sahaja (BS 1881: Bahagian 202, (1986); Neil & Ravindra, 1996).

- ii. Pastikan permukaan spesimen adalah rata atau licin dan permukaan struktur yang kering sahaja, jika sebaliknya julat bacaan masing-masing akan menjadi lebih tinggi dan mencatat nilai yang lebih rendah. Permukaan struktur yang dilindungi oleh sebarang lapisan kemasan seperti jubin dan 'wall paper' adalah tidak boleh diuji oleh peralatan NDT, ini kerana nilai bacaan akan menunjukkan bacaan pada lapisan kemasan sahaja iaitu tidak merujuk kepada kondisi elemen struktur tersebut,
- iii. Pengumpulan data pada spesimen lantai, rasuk dan tiang dilakukan dengan menetapkan jarak 100 mm daripada garisan retak, iaitu pada titik atau koordinat yang sama bagi ujian menggunakan peralatan UPV nanti. Kaedah ini sebagaimana digunakan oleh Muftah (2012) dalam kajiannya iaitu sela jarak 100 mm bagi koordinat struktur lantai. Sekurang-kurangnya tiga sampel penilaian bagi setiap koordinat diambil dan nilai purata penilaian digunakan untuk analisis data seterusnya,
- iv. Titik ujian pada semua spesimen ditandakan 'X' pada jarak 100 mm ke kiri dan ke kanan daripada garisan retak dengan menggunakan pen *marker* (Rajah 3.6). Setelah itu nilai kekuatan mampatan konkrit akan direkodkan. Penarafan kualiti konkrit bagi setiap komponen struktur konkrit dapat dikenalpasti apabila bacaan rebound (Rb) dan kekuatan mampatan konkrit *compressive strength* dipaparkan pada skrin alat *Rebound Hammer* tersebut. Ia akan memaparkan bacaan kekuatan mampatan konkrit dalam unit *megapascal* MPa atau N/mm^2 iaitu jika 0 MPa (prestasi struktur sangat lemah) hingga melebihi skala 40 MPa (prestasi struktur sangat baik),

- v. Paadankan bacaan kekuatan mampatan konkrit dengan rubrik seperti di Bab 2, Jadual 2.14, Klasifikasi penarafan kekuatan mampatan konkrit menggunakan peralatan *Schmidt Hammer*.

Walaupun bagaimanapun, penggunaan *Rebound Hammer* dalam kajian ini adalah berdasarkan anggapan nilai minima bagi kekuatan struktur konkrit adalah 25 N/mm^2 dan 30 N/mm^2 masing-masing sebagaimana kehendak *British Standard* (BS) dan *Euro Code* (EC).

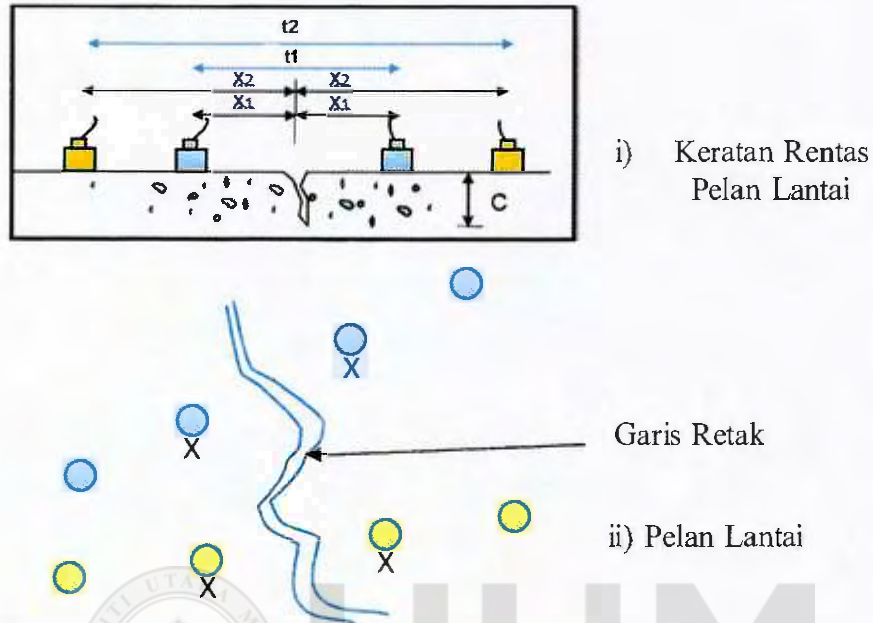
3.7.2.2 Kaedah Ujian Halaju Denyutan Ultrasonik

Penggunaan ujian halaju denyutan ultrasonik *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) ini adalah berdasarkan piawaian BS 1881: Bahagian 203. Ia digunakan sebagai ujian permukaan bagi tujuan untuk menganggarkan sifat-sifat konkrit seperti ketumpatan, kekuatan dan keretakan struktur (Mahyuddin, 1991).

Prinsip asas penggunaan alat ini adalah berdasarkan kelajuan gelombang denyutan merentasi sesuatu ruang sampel konkrit berkadaran dengan masa dari alat pemancar ke alat penerima. Denyutan voltan ulangan yang terjana dengan menggunakan kuasa elektrik akan berubah bentuk kepada tenaga mekanik yang merentasi bahantara konkrit pada jarak tertentu. Tenaga mekanik ini kemudiannya bertukar kepada denyutan elektrik dengan frekuensi yang sama, iaitu dengan ketepatan hampir 1 peratus.

Pengujian dengan menggunakan peralatan *Rebound Hammer* pula digunakan iaitu pada titik berhampiran di kedua-dua belah bahagian (bertanda X) dari garis retak

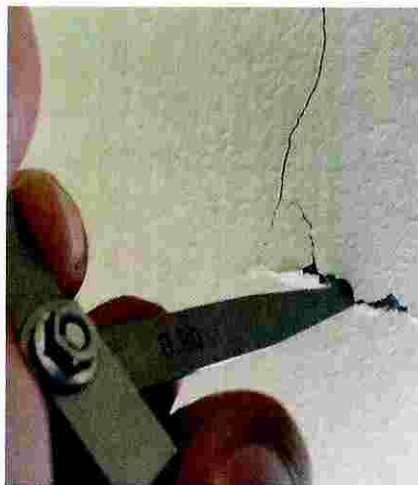
bahagian elemen struktur yang telah diuji dengan peralatan UPV (Rajah 3.6). Contoh gambaran kajian adalah sebagaimana Rajah 3.7.



Rajah 3.6

i) Keratan Rentas dan ii) Pelan Lantai Cara Kerja Lapangan Pengukuran UPV dan Rebound Hammer

Sumber: Kajian Pengkaji (2018).



(i)



(ii)

Rajah 3.7

Kaedah Pengujian NDT.

i) Pengukuran lebar garis retak menggunakan 'feeler gauge blade',
ii) Pengujian menggunakan Rebound Hammer pada struktur lantai.

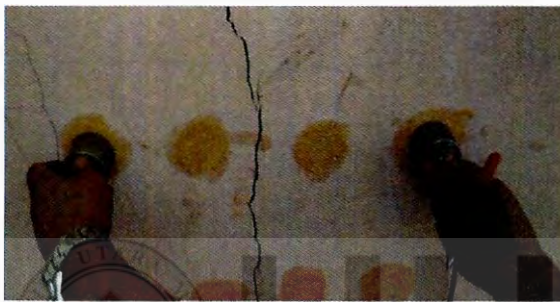
Sumber: Kajian Pengkaji (2018).

Tujuan pengukuran UPV pada elemen struktur konkrit yang telah mengalami keretakan di dalam kajian ini adalah untuk memastikan sama ada wujudnya keseragaman adunan kongkrit dalam anggota struktur, kehadiran lompong dan kecacatan lain di dalam konkrit, menentukan kualiti konkrit melalui perkaitan antara halaju denyutan dengan kekuatan konkrit. Faktor suhu boleh memberi kesan terhadap kejituhan bacaan yang diambil. Suhu konkrit pada julat 10°C hingga 30°C tidak memberikan kesan ketara terhadap nilai ujian. Waiau bagaimanapun peralatan kejuruteraan ini tidak sesuai digunapakai apabila permukaan struktur konkrit yang telah dilapisi oleh lapisan kemasan seperti jubin, *wall paper*, panel atau *screed*.

UPV adalah diklasifikasikan kepada tiga kategori kaedah pengukuran, iaitu kaedah peninian secara langsung (*direct method*), kaedah tidak langsung (*indirect method*) dan kaedah separa langsung (*semi-direct method*). Kaedah pengukuran secara langsung memberikan hasil yang paling tepat, ia lazimnya digunakan pada spesimen struktur rasuk, tiang dan dinding, walaupun bagaimanapun jika saiz struktur tersebut adalah terlalu besar atau terdapat halangan-halangan tertentu seperti dinding dan struktur lantai yang luas kaedah ini kurang sesuai digunakan. Ini kerana bagi struktur lantai dan dinding hanya kaedah pengukuran tidak langsung sesuai digunakan (Aminul, 2015).

Namun begitu, kaedah pengukuran tidak langsung sesuai digunakan pada permukaan konkrit untuk menganggarkan kedalaman retak, rongga-rongga dan tebal permukaan konkrit dalam bentuk digital iaitu bacaan halaju gelombang. Rajah 3.8 menunjukkan kaedah pengukuran tidak langsung menggunakan alat UPV bagi menganggarkan kedalaman retak pada elemen struktur konkrit (Mahyuddin, 1991), (Anwar et al.,

2007). Kaedah pengujian berpandukan *British Standard* (BS:1881: Bahagian 203, 1986) telah digunakan dalam kajian ini.



Rajah 3.8

Kaedah Kerja Lapangan Penilaian UPV (kaedah tidak langsung).

- i) Pengukuran jarak 100 mm ke kiri dan kanan daripada garis retak pada elemen dinding,
- ii) Pengukuran jarak 200 mm ke kiri dan kanan daripada garis retak pada elemen dinding.
- iii) Pengukuran jarak 200 mm ke kiri dan kanan daripada garis retak pada struktur lantai.

Sumber: Kajian Pengkaji (2018).

Berikut adalah persamaan matematik (1) kaedah BS:1881 yang digunapakai untuk menentukan nilai halaju gelombang *pulse velocity of the wave* (V) dalam unit km/s (kilometer per saat). Jarak diantara alat pemancar dan penerima *distance between transducers* (L) dalam unit m (meter) dibahagi dengan masa perjalanan gelombang yang diambil *travelling time* (T) dalam unit mikro saat (μ sec). Untuk mendapatkan nilai (V) berkenaan.

Persamaan matematik (2) kaedah BS:1881 yang digunapakai untuk menentukan nilai kedalaman retak (dalam unit milimeter) dengan menggunakan peralatan UPV yang berada dalam kedudukan tidak langsung *indirect* atau mendatar. Iaitu (C) kedalaman retak *depth of cracks*, (t_1) masa transit *travel time* dalam unit mikro saat (μ sec), (t_2) masa transit (μ sec) dan (B) adalah sela jarak dari (x_2) hingga kepada (x_1) *distance between the probe* (Rajah 3.6).

$$V = L / T \quad (1)$$

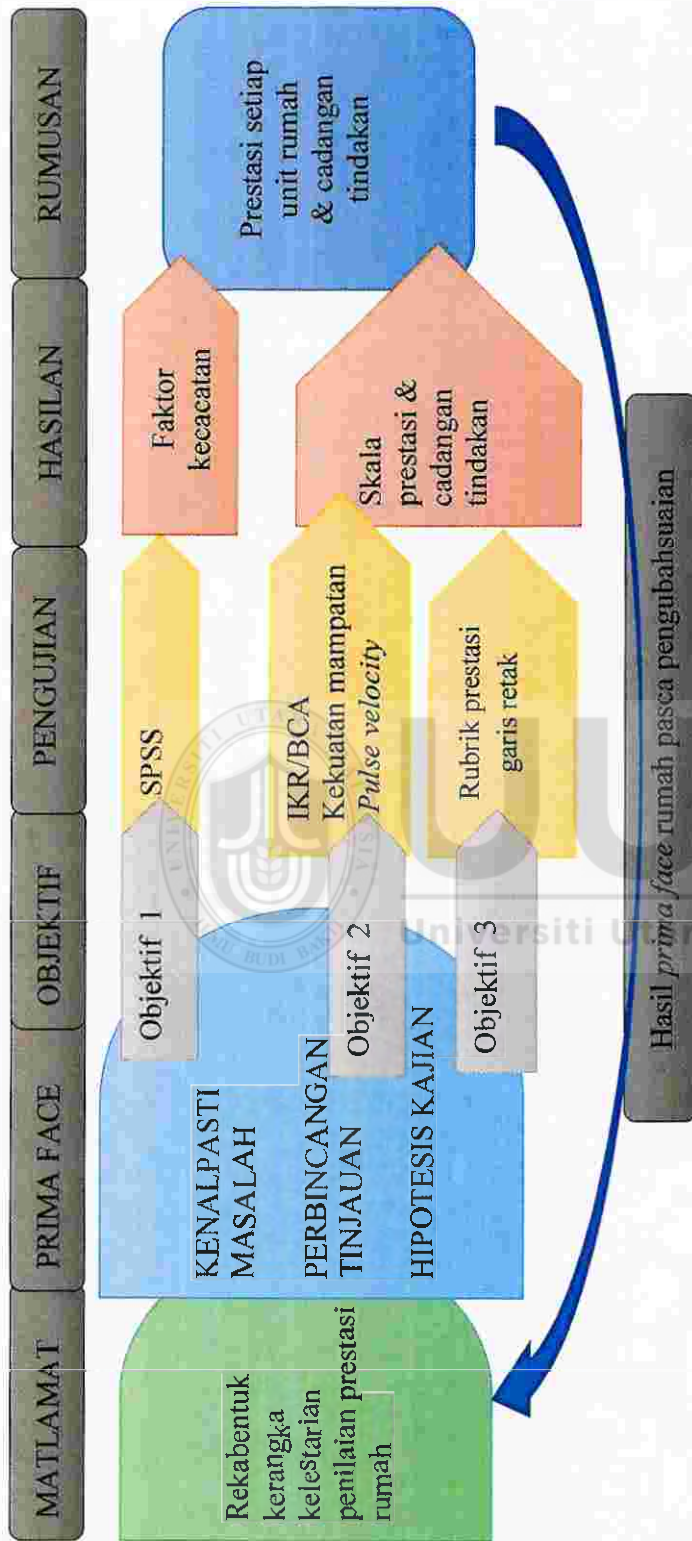
$$C = B \sqrt{\frac{4 (t_1)^2 - (t_2)^2}{(t_2)^2 - (t_1)^2}} \quad (2)$$

Halaju gelombang *pulse velocity* (unit km/s) dan kedalaman garis retak diperolehi daripada persamaan di atas. Seterusnya mengenalpasti penarafan kualiti konkrit semasa pada struktur konkrit akan diperolehi, iaitu jika skala penarafan kurang daripada 3.0 km/s menunjukkan penarafan konkrit ditahap diragui manakala skala melebihi 4.5 km/s pula menunjukkan konkrit sangat berkualiti iaitu berkondisi sangat baik (BS1881, 1986).

Ujian UPV, setiap sampel garis retak diambil sekurang-kurangnya sebanyak tiga kali bacaan, bacaan purata halaju masa transit UPV (dalam unit km/s) telah diambil untuk kajian ini beserta sela jarak antara dua tranduser berkenaan. Persamaan (2) digunapakai bagi mendapatkan nilai kedalaman garis retak bagi setiap element struktur konkrit dalam unit milimeter (mm). Pengumpulan data bagi penilain struktur konkrit ini dijalankan dengan mengenalpasti jenis ruang, komponen struktur konkrit yang mengalami keretakan serta keretakan antara sambungan bagi dua elemen struktur.

Dua kumpulan penyelidik Ari Wibowo et al. (2014) daripada Universitas Brawijaya, Indonesia dan Anwar et al. (2007) daripada Universiti Tottori, Jepun di dalam kajian mereka telah menggunakan kaedah pengujian BS:1881 ini pada spesimen struktur konkrit di makmal. Kajian kejitan telah dilakukan dengan membina spesimen kankrit prism (150 mm x 250 mm x 700 mm) dengan kedalaman retak yang telah ditetapkan iaitu 50 mm, 75 mm dan 100 mm serta sela jarak sejauh 100 mm, didapati pratusan kejitan menggunakan pengiraan matematik kaedah BS:1881 adalah melebihi 90%, iaitu hampir menyamai kedalaman retak yang sebenar.

Rajah 3.9 memaparkan ringkasan metodologi kajian, matlamat kajian telah dibentuk untuk menjawab prima fase melalui tiga objektif, menggunakan tiga kaedah pengujian bagi mendapatkan hasil penilaian prestasi rumah pasca pengubahsuaian beserta cadangan tindakan yang perlu dilakukan hasil daripada projek pengubahsuaian rumah. Gambaran mutu kerja pengamal binaan dan impak akhir kepada pemilik rumah akan terhasil, hasil daripada kerjasama kedua-dua pihak tersebut.



Rajah 3.9

Ringkasan metodologi kajian prestasi rumah pasca pengubahsuaian.

Sumber: Kajian Pengkaji (2018).

3.8 Rumusan Bab

Bab tiga telah menerangkan secara terperinci bagaimana pengkaji mengendalikan sampel rumah kajian untuk mendapatkan data primer melalui tiga kaedah iaitu kaedah borang soal selidik, pemeriksaan CSP1 dan ujian NDT. Objektif pertama dikenalpasti melalui responden yang merupakan rumah beserta pemilik rumah pasca pengubahsuaian. Manakala kaedah pengumpulan data penilaian tahap keadaan fizikal rumah kajian pula telah dilakukan dalam dua cara iaitu kaedah pemeriksaan secara visual dengan menggunakan rubrik IKR untuk menilai kondisi rumah. Kaedah penilaian gabungan iaitu penilaian NDT menggunakan peralatan UPV dan *Rebound Hammer* digunakan. Kaedah penilaian visual telah diubahsuai sebagaimana yang telah digunapakai oleh JKR telah digunapakai dalam kajian ini, ia adalah bersesuaian dengan objektif kedua kajian. Skop kerja piawai BS 1881: Bahagian 202 dan 203 untuk menilai kekuatan mampatan konkrit, *pulse velocity* serta kedalaman garis retak digunapakai. Objektif ketiga kajian akan tercapai apabila objektif pertama dan kedua telah dimurnikan bagi menghasilkan satu kerangka proses pengubahsuaian rumah yang lestari beserta kaedah penilaian kerja lapangan ukur kondisi yang lebih cekap.

BABEMPAT

ANALISIS PASCA PENGUBAHSUAIAN RUMAH

4.1 Pengenalan

Bab ini akan menjalankan analisis terhadap dapatan kajian melalui kaedah Ujian Tanpa Musnah *non-destructive Test* (NDT) dan soal selidik terhadap pemilik rumah pasca pengubahsuaian di Daerah Samarahan, Sarawak. Dapatan kajian ini merangkumi penarafan prestasi elemen dan kekuatan struktur konkrit yang digambarkan melalui skala prestasi rumah. Peringkat ini melibatkan penganalisan data yang diperolehi daripada pengambilan data di lapangan, soal selidik kajian kes dan juga temubual bersama pemilik rumah.

Bab ini adalah bagi membincangkan dengan lebih terperinci dapatan awal kajian iaitu berkaitan data dan pemboleh ubah yang digunakan dalam kajian ini. Dapatan awal kajian ini terdiri daripada analisis frekuensi dan peratusan yang akan dipersembahkan dalam bentuk graf dan jadual.

Bahagian ini adalah bagi membincangkan dengan lebih terperinci dapatan kajian berdasarkan tiga objektif yang telah ditetapkan iaitu mengenalpasti faktor-faktor kecacatan yang berlaku pada rumah pasca pengubahsuaian, menilai tahap prestasi rumah pasca pengubahsuaian menggunakan skala *Building Condition Assessment* (BCA) serta membuktikan tahap prestasi rumah melalui kaedah penilaian NDT.

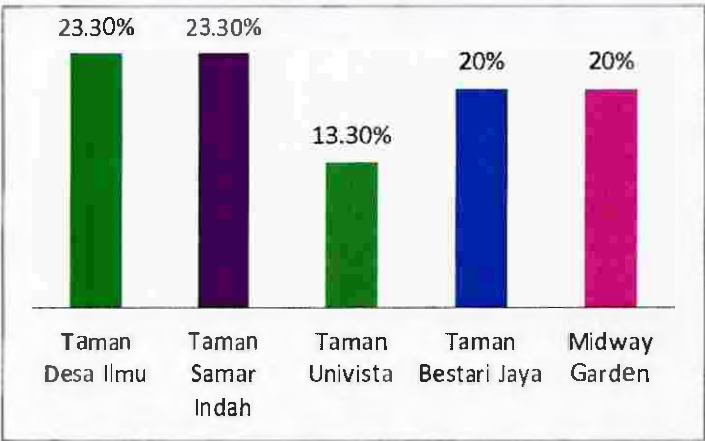
4.2 Analisis Kekerapan

Analisis kekerapan terbahagi kepada tiga bahagian iaitu analisis demografi, maklumat pengubahsuaian dan pandangan pemilik rumah. Responden kajian ini terdiri daripada 67 orang responden atau pemilik rumah yang dipilih secara rawak daripada lima buah taman perumahan di Daerah Samarahan, Sarawak. Data maklum balas diperolehi secara langsung daripada set soalan kaji selidik. Oleh itu, perbincangan awal analisis deskriptif adalah tertumpu kepada taburan kekerapan dan peratusan bagi setiap pemboleh ubah yang digunakan.

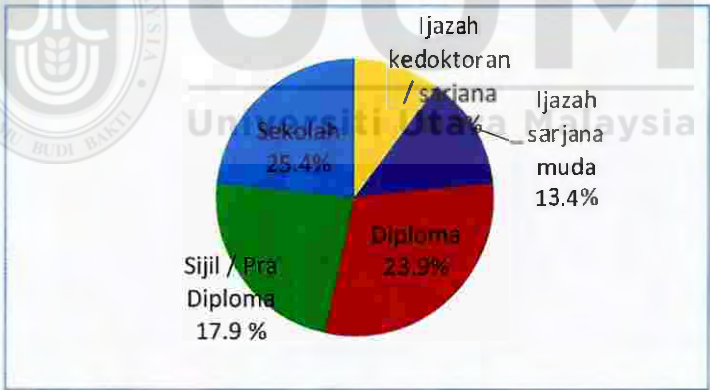
4.2.1 Demografi

Bahagian demografi terdiri daripada lokasi rumah, tahap pendidikan, jenis rumah, pengubahsuaian, tahun siap dibina dan tahun siap diubahsuai. Rajah 4.1 menunjukkan lokasi rumah atau taman perumahan tersiri daripada Taman Desa Ilmu (23.30%; 16 orang), Taman Samar Indah (23.30%; 16 orang), Taman Univista (13.30%; 9 orang), Taman Bestari Jaya (20.0%; 13 orang) dan Midway Garden (20.0%; 13 orang). Taburan bagi tahap pendidikan (Rajah 4.2) pemilik rumah menunjukkan 19.4 peratus (13 orang) pemilik rumah mempunyai Ijazah Kedoktoran

(Ph.D) atau Sarjana. Manakala pemilik rumah yang lain pula mempunyai Ijazah Sarjana Muda (13.4%; 9 orang), Diploma (23.9%; 16 orang), Sijil atau Pra-diploma (17.9%; 12 orang) dan sijil di peringkat sekolah (25.5%; 17 orang).



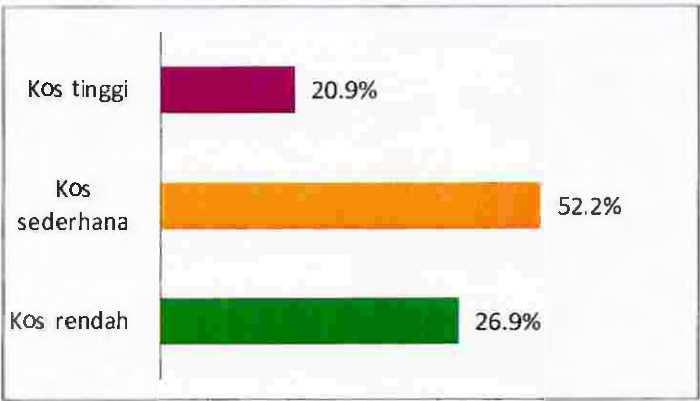
Rajah 4.1
Taburan Sampel Rumah
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).



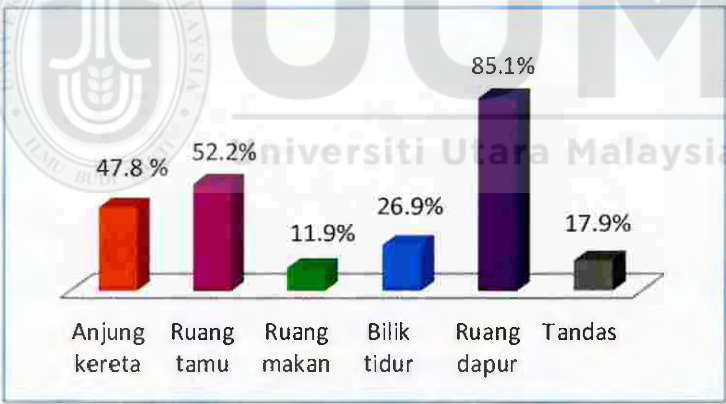
Rajah4.2
Tahap Pendidikan
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Rajah 4.3 menunjukkan kebanyakan pemilik rumah mendiami rumah jenis kos sederhana iaitu sebanyak 52.2 peratus (35 orang), diikuti rumah kos rendah (26.9%; 18 orang) dan rumah kos tinggi (20.9%; 14 orang). Bagi aspek pengubahsuaian, Rajah 4.4 menunjukkan ruang atau elemen yang diubahsuai oleh pemilik rumah. Taburan menunjukkan kebanyakan pemilik rumah mengubahsuai ruang dapur iaitu

sebanyak 85.1 peratus atau 57 orang. Selain ruang dapur, pemilik rumah juga didapati mengubahsuai anjung kereta (47.8%; 32 orang), ruang tamu (52.2%; 35 orang), ruang makan (11.9%; 8 orang), bilik tidur (26.9%; 18 orang) dan tandas (17.9%; 12 orang).

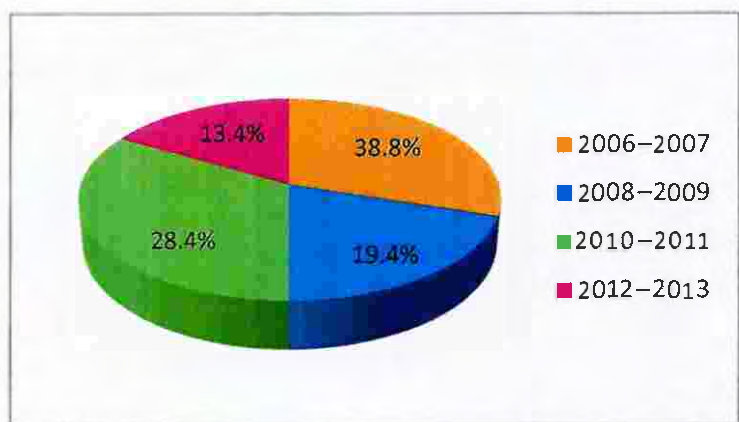


Rajah 4.3
Jenis Rumah
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).



Rajah 4.4
Ruang / Elemen Diubahsuai
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Berdasarkan Rajah 4.5, taburan kekerapan menunjukkan 38.8 peratus (26 orang) rumah siap dibina antara tahun 2006 hingga 2007. 19.4 peratus (13 orang) rumah didapati siap dibina pada tahun 2008 hingga 2009. Manakala antara tahun 2010 hingga 2011 dan 2012 hingga 2013, didapati rumah yang siap dibina dalam tempoh tersebut adalah masing-masing sebanyak 28.4 peratus (19 orang) dan 13.4 peratus (9 orang).



Rajah 4.5
Tahun Siap Dibina
 Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Setrusnya, Rajah 4.6 menunjukkan taburan kekerapan bagi tahun di mana pengubahsuaian siap dijalankan. Dapatan menunjukan 29.9 peratus (20 orang) pengubahsuaian siap antara tahun 2006 hingga 2007. Antara tahun 2008 hingga 2009 pula, didapati 28.4 peratus (19 orang) pengubahsuaian siap dilakukan. Manakala bagi tahun 2010 hingga 2011 dan 2012 hingga 2013, masing-masing mencatatkan peratusan sebanyak 28.4 peratus (19 orang) dan 13.4 peratus (9 orang).



Rajah 4.6
Tahun Siap Diubahsuai
 Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

4.2.2 Maklumat Pengubahsuaian

Maklumat pengubahsuaian terdiri daripada tiga bahagian iaitu sebelum, semasa dan selepas pengubahsuaian. Secara umumnya, bahagian ini adalah bagi mendapatkan maklumat berkaitan pemilik rumah dan pengamal binaan. Bahagian sebelum pengubahsuaian, semasa pengubahsuaian dan selepas pengubahsuianyang masing-masingnyaterdiri daripada sembilanpemboleh ubah bagi setiap bahagian.

Bagi pemboleh ubah kebenaran Pihak Berkuasa Tempatan (PBT), taburan kekerapan menunjukkan hanya 16.4 peratus (11 orang) sahaja yang mendapat kebenaran PBT iaitu daripada Majlis Perbandaran Samarahan, Sarawak. Manakala baki 83.6 peratuus (56 orang) tidak mendapatkan kebenaran daripada PBT untuk melakukan pengubahsuaian rumah. Bagi perjanjian bertulis, didapati 88.1 peratus (59 orang) pemilik rumah tidak mempunyai perjanjian bertulis dengan pengamal binaan. Manakala, hanya 3.0 peratus (2 orang) pemilik rumah sahaja didapati mempunyai perjanjian bertulis dengan pengamal binaan. Baki 9.0 peratus (6 orang) pemilik rumah pula didapati tidak pasti sama ada mempunyai perjanjian bertulis dengan pengamal binaan atau tidak (Jadual 4.1).

Jadual 4.1
Maklumat Sebelum Pengubahsuaian

| Pemboleh Ubah | Ya | | Tidak | | Tidak pasti | |
|---------------------|----------|------|----------|------|-------------|------|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| Kebeneran PBT | 11 | 16.4 | 56 | 83.6 | - | - |
| Perjanjian Bertulis | 2 | 3.0 | 59 | 88.1 | 6 | 9.0 |
| Kontraktor | 19 | 28.4 | 39 | 58.2 | 9 | 13.4 |
| Latar Belakang | 28 | 41.8 | 26 | 38.8 | 13 | 19.4 |
| Perunding | 1 | 1.5 | 62 | 92.5 | 4 | 6.0 |
| Pelan Struktur | 5 | 7.5 | 58 | 86.6 | 4 | 6.0 |
| Sejarah Rumah | 6 | 9.0 | 20 | 29.9 | 41 | 61.2 |
| Sambungan Struktur | 7 | 10.4 | 2 | 3.0 | 58 | 86.6 |
| Kos | 25 | 37.3 | 42 | 62.7 | - | - |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Pemboleh ubah kontraktor menunjukkan 52.8 peratus (39 orang) pemilik rumah melakukan pengubahsuaian daripada kontraktor yang tidak bertauliah. Hanya 28.4 peratus (19 orang) pemilik rumah yang mendapatkan kontraktor yang bertauliah untuk melakukan pengubahsuaian. Baki 13.4 peratus (9 orang) pula didapati tidak pasti sama ada pengubahsuaian dilakukan oleh kontraktor yang bertauliah atau tidak. Ini menunjukkan bahawa pemilik rumah lebih beranggapan bahawa hasil kerja yang dilakukan oleh kontraktor dan bukan kontraktor adalah lebih kurang sama sahaja.

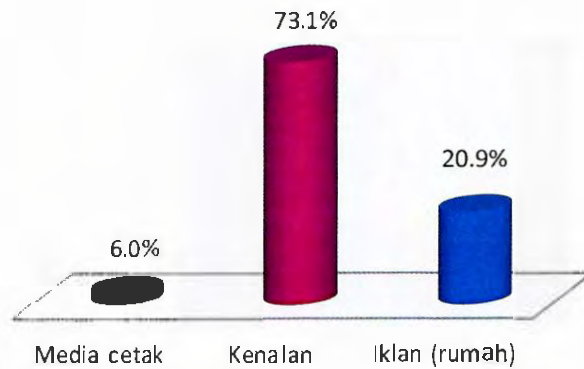
Dapatan menunjukkan 41.8 peratus (28 orang) pemilik rumah telah menyiasat latar belakang prestasi kontraktor. Manakala 38.8 peratus (26 orang) pemilik rumah tidak menyiasat latar belakangnya. Baki 19.4 (13 orang) pemilik rumah pula tidak pasti sama ada mereka telah menyiasat terlebih dahulu latar belakang prestasi kontraktor sebelum kerjasama dilakukan. Pemboleh ubah perunding pula mendapati 92.5 peratus (62 orang) pemilik rumah tidak menggunakan khidmat perunding rekabentuk dalam menyediakan pelan cadangan pengubahsuaian. Hanya 1.5 peratus (seorang) sahaja pemilik rumah yang menggunakan khidmat perunding rekabentuk. Manakala 6.0 peratus (4 orang) pemilik rumah tidak pasti sama ada menggunakan khidmat perunding rekabentuk atau tidak.

Pemboleh ubah pelan struktur menunjukkan 86.6 peratus (58 orang) pemilik rumah mendapati pengamal binaan tidak menyediakan pelan struktur sebelum proses pengubahsuaian. Hanya 7.5 peratus (5 orang) pemilik rumah sahaja yang mendapati pengamal binaan menyediakan pelan struktur. Baki 6.0 peratus (4 orang) pemilik rumah pula tidak pasti sama ada pengamal binaan menyediakan pelan struktur sebelum proses pengubahsuaian atau tidak. Pemboleh ubah sejarah rumah pula

menunjukkan 61.2 peratus (41 orang) pemilik rumah tidak pasti sama ada pengamal binaan mengkaji aspek sejarah asal rumah sebelum proses pengubahsuaian. Sebanyak 29.9 peratus (20 orang) pemilik rumah mendapati pengamal binaan tidak mengkaji aspek sejarah asal rumah sebelum proses pengubahsuaian. Manakala hanya 9.0 peratus (6 orang) pemilik rumah yang mendapati pengamal binaan mengkaji aspek sejarah asal rumah sebelum proses pengubahsuaian.

Bagi aspek sambungan struktur, dapatan menunjukkan 86.6 peratus (58 orang) pemilik rumah tidak pasti pengamal binaan melakukan sambungan di antara struktur binaan asal rumah dengan struktur binaan baru (pengubahsuaian) mengikut kaedah pembinaan yang sepatutnya sebelum proses pengubahsuaian. Hanya 10.4 peratus (7 orang) pemilik rumah sahaja yang mendapati pengamal binaan melakukan sambungan struktur dan 3.0 peratus (2 orang) pemilik rumah mendapati pengamal binaan tidak melakukan sambungan struktur. Sebelum pengubahsuaian dilakukan, 62.7 peratus (42 orang) pemilik rumah mendapati terdapat perubahan kos pengubahsuaian. Manakala 37.3 peratus (25 orang) pemilik rumah menyatakan kos pengubahsuaian adalah tetap sepertimana yang dipersetujui sebelumnya.

Rajah 4.7 menunjukkan taburan kekerapan bagi sumber di mana pemilik rumah memperoleh profil pengamal binaan. Taburan menunjukkan kebanyakan pemilik rumah memperolehi profil pengamal binaan melalui kenalan iaitu sebanyak 73.1 peratus (49 orang). Selain kenalan, pemilik rumah juga didapati memperolehi profil pengamal binaan daripada media cetak dan iklan yang dihantar ke rumah iaitu masing-masing mencatatkan peratusan sebanyak 6.0 peratus (4 orang) dan 20.9 peratus (14 orang).



Rajah 4.7

Sumber

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Maklumat semasa pengubahsuaian terdiri daripada sembilan pemboleh ubah. Bagi pemboleh ubah penglibatan, dapatan menunjukkan taburan yang bagi pemilik rumah yang terlibat dalam pembelian peralatan atau bahan binaan dan pemilik yang tidak terlibat dalam pembelian peralatan atau bahan binaan adalah sebanyak 46.3 peratus (31 orang) dan 44.8 peratus (30 orang). Baki 9.0 peratus (6 orang) pemilik rumah didapati tidak pasti sama ada terlibat atau tidak dalam pembelian peralatan atau bahan binaan.

Semasa pengubahsuaian dilakukan, pemilik rumah mendapati terdapat penggunaan asas *cerucuk* (82.1%; 55 orang), rasuk (53.7%; 37 orang), tiang (76.1%; 51 orang), ambang atas bingkai pintu dan tingkap (*lintel*) (31.3%; 21 orang), kerja-kerja pengorekan dan pembuangan tanah (16.4%; 11 orang) serta proses pemadatan tanah (43.3%; 29 orang). Pada masa yang sama juga, terdapat pemilik rumah yang mendapati tidak terdapat penggunaan asas *cerucuk* (11.9%; 8 orang), rasuk (28.4%; 19 orang), tiang (23.9%; 16 orang), ambang atas bingkai pintu dan tingkap (6.0%; 4 orang), kerja-kerja pengorekan dan pembuangan tanah (67.2%; 45 orang) serta proses pemadatan tanah (55.2%; 37 orang). Selain itu, terdapat juga pemilik rumah

yang tidak pasti berkaitan penggunaan asas cerucuk (6. 0%; 4 orang), rasuk (17.9%; 12 orang), ambang atas bingkai pintu dan tingkap (62.7%; 42 orang), kerja-kerja pengorekan dan pembuangan tanah (16.4%; 11 orang) serta proses pemadatan tanah (29.9%; 20 orang).

Semasa pengubahsuaian juga, 38.8 peratus (26 orang) pemilik rumah mendapati kontraktor atau pengurus projek terlibat sepenuhnya semasa proses pengubahsuaian. Manakala 55.2 peratus (37 orang) pemilik rumah mendapati hanya buruh binaan yang terlibat sepenuhnya semasa proses pengubahsuaian dan baki 6.0 peratus (4 orang) pula tidak pasti. Bagi aspek alternatif, 74.6 peratus (50 orang) pemilik rumah tidak pasti sama ada pengamal binaan menyediakan pelan tindakan atau alternatif jika berlaku kesulitan seperti berlakunya hujan. Sejumlah 11.9 peratus (8 orang) pemilik rumah menyatakan pengamal binaan tidak mempunyai pelan tindakan atau alternatif dan hanya 13.4 peratus (9 orang) pemilik rumah sahaja yang mendapati pengamal binaan mempunyai pelan tindakan alternatif lain.

Jadual 4.2
Maklumat Semasa Pengubahsuaian.

| Pemboleh Ubah | Ya | | Tidak | | Tidak pasti | |
|-----------------|----------|------|----------|------|-------------|------|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| Penglibatan | 31 | 46.3 | 30 | 44.8 | 6 | 9.0 |
| Struktur Asas | 55 | 82.1 | 8 | 11.9 | 4 | 6.0 |
| Struktur Rasuk | 36 | 53.7 | 19 | 28.4 | 12 | 12.7 |
| Struktur Tiang | 51 | 76.1 | 16 | 23.9 | - | - |
| Struktur Lintel | 21 | 31.3 | 4 | 6.0 | 42 | 62.7 |
| Korek Tanah | 11 | 16.4 | 45 | 67.2 | 11 | 16.4 |
| Pemadatan Tanah | 16 | 23.9 | 37 | 55.2 | 14 | 20.9 |
| Libat Penuh | 26 | 38.8 | 37 | 55.2 | 4 | 6.0 |
| Alternatif | 9 | 13.4 | 8 | 11.9 | 50 | 74.6 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Maklumat selepas pengubahsuaian (Jadual 4.3) bagi aspek kepuasan pula, 41.8 peratus (28 orang) pemilik rumah didapati tidak pasti sama ada berpuashati atau tidak dengan hasil pasca pengubahsuaian. Manakala 32.8 peratus (22 orang) didapati berpuas hati dengan hasil pasca pengubahsuaian. Baki 25.4 peratus (17 orang) pula didapati tidak berpuashati dengan hasil pasca pengubahsuaian. Seterusnya, sebanyak 68.7 peratus (46 orang) pemilik rumah mendapati rumah mereka tidak mempunyai kesan kecacatan pasca pengubahsuaian. Manakala 22.4 peratus (15 orang) pemilik rumah mendapati rumah mereka mempunyai kesan kecacatan atau kerosakan pasca pengubahsuaian. Baki 9.0 peratus (6 orang) pemilik rumah pula didapati tidak pasti sama ada terdapat kesan kecacatan atau tidak pasca pengubahsuaian.

Bagi tempoh pengubahsuaian, 47.8 peratus (32 orang) pemilik rumah mendapati rumah mereka tidak disiapkan dalam tempoh yang telah dipersetujui. Hanya 41.8 peratus (28 orang) pemilik rumah menyatakan rumah mereka telah disiapkan dalam tempoh yang telah dipersetujui, manakala 10.4 peratus (7 orang) pemilik rumah pula tidak pasti sama ada rumah mereka telah disiapkan dalam tempoh yang telah dieprsetujui atau sebaliknya.

Jadual 4.3
Maklumat Selepas Pengubahsuaian.

| Pemboleh Ubah | Ya | | Tidak | | Tidak pasti | |
|-----------------------|----------|------|----------|------|-------------|------|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| Kepuasan | 22 | 32.8 | 17 | 25.4 | 28 | 41.8 |
| Kecacatan | 15 | 22.4 | 46 | 68.7 | 6 | 9.0 |
| Tempoh pengubahsuaian | 28 | 41.8 | 32 | 47.8 | 7 | 10.4 |
| Kualiti Kerja | 16 | 23.9 | 13 | 19.4 | 38 | 56.7 |
| Pembaziran | 23 | 34.3 | 11 | 16.4 | 33 | 49.3 |
| Pengurusan Buruh | 48 | 71.6 | 19 | 28.4 | - | - |
| Penyelenggaraan | 38 | 56.7 | 2 | 3.0 | 27 | 40.3 |
| Pembaikan Pasca | 22 | 32.8 | 39 | 58.2 | 6 | 9.0 |
| Prestasi | 23 | 34.3 | 8 | 11.9 | 36 | 53.7 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Bagi aspek kualiti kerja dan pembaziran, dapatan menunjukkan 23.9 peratus (16 orang) pemilik rumah menyatakan pengamal binaan mementingkan kualiti kerja dan 34.3 peratus (23 orang) pemilik rumah mendapati pengamal binaan bijak menguruskan bahan binaan (kurang pembaziran). Seterusnya, dapatan bagi pengamal binaan yang tidak mementingkan kualiti kerja dan pengamal binaan yang tidak bijak menguruskan bahan binaan (kurang pembaziran) adalah sebanyak 19.4 peratus (13 orang) dan 16.4 peratus (11 orang).

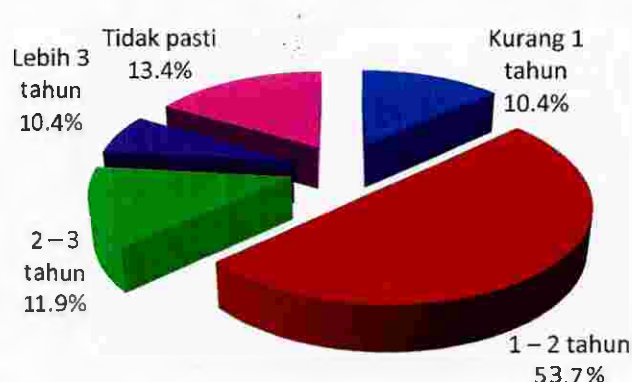
Walaupun bagaimanapun, terdapat juga pemilik rumah yang tidak pasti berkaitan kualiti kerja (56.7%; 38 orang) dan pengurusan bahan binaan pengamal binaan (49.3%; 33 orang). Selain itu, pengamal binaan juga didapati tidak dapat mengurus pekerja atau buruh binaan secara berhemah (buruh bertarabur dan ponteng) (28.4%; 19 orang). Namun begitu 71.6 peratus (48 orang) pemilik rumah telah mendapati pengamal binaan menguruskan pekerja dengan berhemah (buruh berdisiplin dan kebajikan terjaga). Ini bermakna pengamal binaan tersebut adalah sangat baik pengurusannya.

Pemboleh ubah penyelenggaraan mendapati 40.3 peratus (27 orang) pemilik rumah tidak pasti tentang penyelenggaraan rumah secara berhemah bagi memastikan rumah sentiasa dalam keadaan berprestasi yang baik. 56.7 peratus (38 orang) pemilik rumah didapati menyelenggara rumah secara berhemah dan hanya 3.0 peratus (2 orang) pemilik rumah sahaja yang didapati tidak menyelenggara rumah secara berhemah.

Bagi kerja-kerja pembaikan pasca pengubahsuaian yang melibatkan kos, 58.2 peratus (39 orang) pemilik rumah menyatakan mereka tidak melakukan pengubahsuaian, 9.0 peratus (6 orang) pemilik rumah tidak pasti dan 32.8 peratus (22 orang) pemilik

rumah pula melakukan pengubahsuaian. Seterusnya, pemboleh ubah prestasi mendapati 53.7 peratus (36 orang) pemilik rumah tidak pasti sama ada rumah mereka berada dalam prestasi baik atau tidak walaupun terdapat kesan kecacatan atau kerosakan. Sebanyak 34.3 peratus (23 orang) pemilik rumah memastikan rumah dalam prestasi yang baik dan 11.9 peratus (8 orang) pemilik rumah menyatakan rumah mereka berada dalam prestasi yang tidak baik.

Rajah 4.8 menunjukkan 53.7 peratus (36 orang) pemilik rumah mendapati terdapat kerosakan atau kecacatan dalam tempoh setahun hingga dua tahun selepas pengubahsuaian dijalankan. Manakala 10.4 peratus (7 orang) pemilik rumah pula mendapati terdapat kesan kerosakan atau kecacatan kurang daripada setahun selepas pengubahsuaian. Dapatan yang sama juga didapati bagi pemilik rumah yang mendapati terdapat kerosakan atau kecacatan selepas dua hingga tiga tahun selepas pengubahsuaian (11.9%; 8 orang) dan lebih tiga tahun (10.4%; 7 orang). Baki 13.4 peratus (9 orang) pula mendapati pemilik rumah tidak pasti bila kerosakan atau kecacatan tersebut mula dikesan atau berlaku selepas pengubahsuaian.



Rajah 4.8
Tempoh Kecacatan
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

4.2.3 Pandangan Pemilik Rumah

Bahagian pandangan pemilik rumah pula terdiri daripada 20 pemboleh ubah yang berkaitan pandangan pemilik tentang aspek pengubahsuaian rumah. Jadual 4.4 menunjukkan 52.2 peratus (35 orang) pemilik rumah bersetuju dan 11.9 peratus (8 orang) pemilik rumah sangat bersetuju hanya rumah yang mengemukakan pelan struktur cadangan pengubahsuaian kepada PBT diberi kebenaran merancang (bagi semua skala pengubahsuaian). Manakala 20.9 peratus (14 orang) pemilik rumah tidak kisah, 7.5 peratus (5 orang) pemilik rumah tidak bersetuju dan sangat tidak bersetuju. Ia menunjukkan terdapat unsur kebaikan sekiranya mereka mempunyai pelan struktur cadangan yang diluluskan oleh PBT.

Jadual 4.4
Pandangan Pemilik Rumah.

| Pemboleh ubah | Sangat tidak setuju | | Tidak Setuju | | Tidak Kisah | | Setuju | | Sangat setuju | |
|----------------------|---------------------|-----|--------------|------|-------------|------|--------|------|---------------|------|
| | f | % | f | % | f | % | f | % | f | % |
| PBT | 5 | 7.5 | 5 | 7.5 | 14 | 20.9 | 35 | 52.2 | 8 | 11.9 |
| Nasihat PBT | 5 | 7.5 | 4 | 6.0 | 20 | 29.9 | 28 | 41.8 | 10 | 14.9 |
| Kontraktor | - | - | 8 | 11.9 | 19 | 28.4 | 35 | 52.2 | 5 | 7.5 |
| Struktur konkrit | - | - | 5 | 7.5 | 12 | 17.9 | 40 | 59.7 | 10 | 14.9 |
| Perjanjian | - | - | - | - | 23 | 34.3 | 36 | 53.7 | 8 | 11.9 |
| Tempoh jaminan hayat | - | - | 2 | 3.0 | 10 | 14.9 | 36 | 53.7 | 19 | 28.4 |
| Tanggungan | - | - | - | - | 11 | 16.4 | 50 | 74.6 | 6 | 9.0 |
| Gagal | - | - | 5 | 7.5 | 15 | 22.4 | 38 | 56.7 | 9 | 13.4 |
| Lanjutan masa | - | - | 5 | 7.5 | 6 | 9.0 | 37 | 55.2 | 19 | 28.4 |
| Faham | - | - | - | - | 11 | 16.4 | 41 | 61.2 | 15 | 22.4 |
| Kos | - | - | 5 | 7.5 | 10 | 14.9 | 37 | 55.2 | 15 | 22.4 |
| Penyerahan | - | - | 5 | 7.5 | 7 | 10.4 | 35 | 52.2 | 20 | 29.9 |
| Jenis tanah | - | - | 7 | 10.4 | 16 | 23.9 | 33 | 49.3 | 11 | 16.4 |
| Pekerja | - | - | 7 | 10.4 | 10 | 14.9 | 22 | 32.8 | 28 | 41.8 |
| Bijak | - | - | 5 | 7.5 | 2 | 3.0 | 25 | 37.3 | 35 | 52.2 |
| Alternatif | - | - | 5 | 7.5 | 8 | 11.9 | 33 | 49.3 | 21 | 31.3 |
| Mutu kerja | - | - | - | - | 6 | 9.0 | 29 | 43.3 | 32 | 47.8 |
| Pengetahuan | - | - | 8 | 11.9 | 22 | 32.8 | 26 | 38.8 | 11 | 16.4 |
| Latar belakang | - | - | 5 | 7.5 | 10 | 14.9 | 36 | 53.7 | 16 | 23.9 |
| Pembelian | - | - | 6 | 9.0 | 17 | 25.4 | 32 | 47.8 | 12 | 17.9 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Bagi nasihat PBT, didapati 41.8 peratus (28 orang) pemilik rumah bersetuju dan 14.9 peratus (10 orang) pemilik rumah sangat bersetuju pemilik rumah perlu mendapat nasihat PBT sebelum bekerjasama dengan pengamal binaan dalam aspek peraturan, perundangan dan risiko. Seterusnya 29.9 peratus (20 orang) pemilik rumah tidak kisah, 6.0 peratus (4 orang) pemilik rumah tidak bersetuju dan hanya 7.5 peratus (5 orang) pemilik rumah sahaja yang sangat tidak bersetuju.

Dapatan kajian juga menunjukkan 52.2 peratus (35 orang) pemilik rumah bersetuju dan 7.5 peratus (5 orang) pemilik rumah sangat bersetuju PBT harus memastikan hanya kontraktor berdaftar sahaja dibenar untuk mengendalikan proses pengubahsuaian. Manakala 28.4 peratus (19 orang) pemilik rumah tidak kisah dan 11.9 peratus (8 orang) pemilik rumah tidak bersetuju. Ia menggambarkan bahawa PBT perlu membuat suatu ketetapan berkenaan status kontraktor tersebut.

Pemboleh ubah struktur konkrit menunjukkan 59.7 peratus (40 orang) pemilik rumah bersetuju dan 14.9 peratus (10 orang) pemilik rumah sangat bersetuju pengamal binaan perlu mengenalpasti prestasi struktur konkrit terkini rumah asal sebelum proses pengubahsuaian dilakukan. Sementara itu, 17.9 peratus (12 orang) pemilik rumah tidak kisah dan hanya 7.5 peratus (5 orang) pemilik rumah sangat tidak bersetuju bahawasanya prestasi struktur konkrit diperiksa prestasinya sebelum pembinaan dimulakan. Ia menunjukkan bahawa pemilik rumah menginginkan prestasi rumah mereka dikenalpasti terlebihdahulu serta mengharapkan berada dalam keadaan terbaik dan peka dengan kesannya.

Bagi pemboleh ubah perjanjian, taburan kekerapan menunjukkan 53.7 peratus (36 orang) pemilik rumah bersetuju dan 11.9 peratus (8 orang) pemilik rumah sangat bersetuju pemilik rumah harus mempunyai perjanjian bertulis yang sah sebelum bekerjasama dengan pengamal binaan. Taburan kekerapan juga menunjukkan 34.3 peratus (23 orang) pemilik rumah tidak kisah dengan keperluan perjanjian.

Seterusnya, pemboleh ubah tempoh jaminan hayat atau tempoh jaminan hayat, dapatan mendapati 53.7 peratus (36 orang) pemilik rumah bersetuju dan 28.4 peratus (19 orang) pemilik rumah sangat bersetuju pengamal binaan perlu menyediakan jaminan hayat tempoh jaminan hayat setelah tamat proses pengubahsuaian. Manakala 14.9 peratus (10 orang) pemilik rumah tidak kisah dan hanya 3.0 peratus (2 orang) pemilik rumah sahaja yang tidak bersetuju.

Pemboleh ubah tanggungan merujuk kepada kecacatan atau kerosakan pada fizikal dan struktur rumah adalah di bawah tanggungan hayat oleh pengamal binaan sepenuhnya. Taburan kekerapan mendapati 74.6 peratus (50 orang) pemilik rumah bersetuju, 9.0 peratus (6 orang) pemilik rumah sangat bersetuju dan 16.4 peratus (11 orang) pemilik rumah tidak kisah berkenaan dengan kepentingan tanggungan hayat oleh pengamal binaan terhadap hasil kerjanya.

Bagi pemboleh ubah gagal pula, dapatan menunjukkan 56.7 peratus (38 orang) pemilik rumah bersetuju dan 13.4 peratus (9 orang) pemilik rumah sangat bersetuju bahawa hak tempoh jaminan hayat dengan sendirinya terbatal jika pemilik rumah gagal menyelenggara rumah dengan baik. Manakala 22.4 peratus (15 orang) pemilik

rumah tidak kisah dan hanya 7.5 peratus (5 orang) pemilik rumah sahaja yang tidak bersetuju dengan cadangan tersebut.

Lanjutan masa merujuk kepada tempoh menyiapkan projek pengubahsuaian setelah dipersetujui iaitu dengan tidak ada lanjutan masa atau tempoh lanjutan masa. Taburan kekerapan bai pemboleh ubah lanjutan masa mendapati 55.2 peratus (37 orang) pemilik rumah bersetuju dan 28.4 peratus (19 orang) pemilik rumah sangat bersetuju. Kategori tidak kisah dan tidak setuju pula mencatatkan peratusan sebanyak 9.0 peratus (6 orang) dan 7.5 peratus (5 orang) pemilik rumah.

Pemboleh ubah faham pula merujuk kepada kefahaman pemilik rumah berhubung keperluan bahan binaan berkualiti, didapati 61.2 peratus (41 orang) pemilik rumah bersetuju dan 22.4 peratus (15 orang) pemilik rumah sangat bersetuju apabila kedua-dua pihak perlulah faham dan jelas berhubung cadangan pemilihan bahan binaan yang sesuai. Pemilik rumah juga didapati berada dalam kategori tidak kisah bagi pemboleh ubah faham iaitu sebanyak 16.4 peratus atau 11 orang pemilik rumah.

Jadual 4.4 juga mendapati 55.2 peratus (37 orang) pemilik rumah bersetuju dan 22.4 peratus (15 orang) pemilik rumah sangat bersetuju apabila kedua-dua pihak faham dengan jelas berhubung kos sebelum pengubahsuaian. Selain itu, terdapat juga pemilik rumah yang tidak kisah dan tidak setuju dengan pemboleh ubah kos iaitu masing-masing sebanyak 14.9 peratus (10 orang) dan 7.5 peratus (5 orang). Seterusnya, bagi pemboleh ubah penyerahan, dapatan menunjukkan 52.2 peratus (35 orang) pemilik rumah bersetuju dan 29.9 peratus (20 orang) pemilik rumah sangat bersetuju bayaran kos hanya dibayar setelah pengubahsuaian selesai dijalankan.

Manakala 10.4 peratus (7 orang) pemilik rumah memilih tidak kisah dan 7.5 peratus (5 orang) tidak setuju.

Pemboleh ubah jenis tanah dan pekerja pula merujuk kepada pengamal binaan perlu melakukan pemeriksaan jenis tanah dan pengamal binaan hanya menggaji pekerja yang berkemahiran sahaja. Taburan bagi jenis tanah mendapati 49.3 peratus (33 orang) pemilik rumah bersetuju dan 16.4 peratus (11 orang) pemilik rumah sangat bersetuju, 23.9 peratus (16 orang) pemilik rumah tidak kisah dan 10.4 peratus (7 orang) pemilik rumah tidak bersetuju. Manakala bagi pekerja dapatan menunjukkan 32.8 peratus (22 orang) pemilik rumah bersetuju, 41.8 peratus (28 orang) pemilik rumah sangat bersetuju, 14.9 peratus (10 orang) pemilik rumah tidak kisah dan 10.4 peratus (7 orang) pemilik rumah tidak bersetuju betapa pentingnya kerja-kerja pemeriksaan tanah dan mendapatkan pekerja binaan yang berpengalaman.

Pemboleh ubah bijak dan alternatif pula merujuk kepada pengamal binaan yang perlu bijak menguruskan bahan-bahan bagi mengelakkan pembaziran dan pengamal binaan perlu bijak mengurus alternatif jika berlaku perkara di luar jangkaan. Bagi pemboleh ubah bijak, taburan kekerapan mendapati 37.3 peratus (25 orang) pemilik rumah bersetuju dan 52.2 peratus (35 orang) pemilik rumah sangat bersetuju, 3.0 peratus (2 orang) pemilik rumah tidak kisah dan 7.5 peratus (5 orang) pemilik rumah tidak bersetuju. Bagi pemboleh ubah alternatif pula, hasil kajian menunjukkan 49.3 peratus (33 orang) pemilik rumah bersetuju dan 31.3 peratus (21 orang) pemilik rumah sangat bersetuju akan kepentingan pelan alternatif yang perlu disediakan bagi menghadapi sebarang kemungkinan yang akan berlaku oleh pengamal binaan, 11.9

peratus (8 orang) pemilik rumah tidak kisah dan 7.5 peratus (5 orang) pemilik rumah tidak bersetuju.

Mutu kerja merujuk kepada kualiti kerja pengamal binaan yang harus mengutamakan prestasi atau kualiti kerja sebelum penyerahan. Peratusan kekerapan memunjukkan 43.3 peratus (29 orang) pemilik rumah bersetuju dan 47.8 peratus (32 orang) pemilik rumah sangat bersetuju dan 9.0 peratus (6 orang) pemilik rumah tidak kisah. Mereka sependapat bahawa mutu kerja adalah mempengaruhi prestasi bangunan iaitu dengan 91.1 peratus.

Pemboleh ubah pengetahuan pula merujuk kepada pengetahuan asas (teknikal) pemilik rumah dalam aspek pengubahsuaian. Bagi pemboleh ubah ini, pemilik rumah didapati berada dalam kategori setuju, sangat bersetuju, tidak kisah dan tidak setuju iaitu masing-masing mencatatkan peratusan sebanyak 38.8 peratus (26 orang) pemilik rumah, 16.4 peratus (11 orang) pemilik rumah, 32.8 peratus (22 orang) pemilik rumah dan 11.9 peratus (8 orang) pemilik rumah. Pendapat mereka adalah berbelah-bahagi sama ada pengetahuan asas teknikal itu berfaedah atau sebaliknya.

Pemboleh ubah latar belakang dan pembelian merujuk kepada pemilik rumah yang perlu menyiasat latar belakang kontraktor dan pemilik rumah perlu membeli dan memilih sendiri bahan binaan daripada pembekal. Peratusan bagi latar belakang mendapati 47.8 peratus (32 orang) pemilik rumah bersetuju, 17.9 peratus (12 orang) pemilik rumah sangat bersetuju, 25.4 peratus (17 orang) pemilik rumah tidak kisah dan 8.0 peratus (6 orang) pemilik rumah tidak bersetuju. Taburan kekerapan bagi pembelian pula mendapati pemilik rumah berada dalam kategori setuju, sangat

bersetuju, tidak kisah dan tidak setuju iaitu masing-masing mencatatkan peratusan sebanyak 47.8 peratus (32 orang) pemilik rumah, 17.9 peratus (12 orang) pemilik rumah, 25.4 peratus (17 orang) pemilik rumah dan 9.0 peratus (6 orang) pemilik rumah. Ini menggambarkan bahawa majoriti pemilik rumah bersetuju dengan pendapat bahawa bahan binaan hendaklah dipilih dan dibeli sendiri oleh pemilik rumah dengan peratusan 65.7 peratus.

Secara umumnya dapat dirumuskan bahawa hasil analisis pemboleh ubah pada Jadual 4.4 di atas, didapati pemboleh ubah nasihat PBT, kontraktor dan pengetahuan adalah memberi impak yang kecil kepada kualiti atau prestasi pembinaan iaitu dengan mencatat peratusan setuju dan sangat setuju kurang daripada 60 peratus. Ini berbeza bagi pemboleh ubah tempoh jaminan hayat, tanggungan, lanjutan masa, faham, kos, penyerahan, bijak, alternatif dan mutu kerja yang mencatat peratusan setuju dan sangat setuju melebihi 80 peratus.

Ini menunjukkan bahawa kesemua pemilik rumah menginginkan hasil mutu kerja yang terbaik atau setanding dengan kos yang mereka peruntukkan, oleh itu angka 91.1 peratus pemilik rumah menjadikannya sebagai kayu ukur hasil atau prestasi pasca pengubahsuaian rumah mereka. Ini menggambarkan bahawa pengamal binaan perlu lebih peka dalam menguruskan projek pengubahsuaian kerana majoriti pemilik rumah menginginkan kesempurnaan, jaminan, ketepatan masa dan berkualiti sebagaimana persetujuan asal serta kehendak naluri yang normal.

4.3 Faktor-faktor Kecacatan

Secara umumnya, bahagian ini adalah bagi membincangkan dengan lebih terperinci dapatan bagi objektif pertama iaitu mengenalpasti faktor-faktor kecacatan yang berlaku pada rumah pasca pengubahsuaian. Oleh itu, analisis regresi digunakan bagi menyokong dapatan hipotesis yang diperolehi.

4.3.1 Analisis Regresi Prestasi Rumah

Analisis regresi bagi bahagian ini memberi tumpuan kepada pemilik rumah dalam mengenalpasti faktor-faktor kecacatan berlaku pada rumah pasca pengubahsuaian. Kecacatan atau kerosakan elemen pada rumah pasca pengubahsuaian, secara tidak langsung memberi kesan kepada prestasi rumah. Oleh itu, adalah penting atau menjadi tanggungjawab pemilik rumah bagi memastikan rumah sentiasa berada dalam prestasi yang baik. Dapatan daripada Jadual 4.5 menunjukkan bahawa secara signifikan terdapat empat faktor yang didapati memberi kesan kepada prestasi rumah pasca pengubahsuaian iaitu gagal, faham, kos dan alternatif. Maka, hipotesis nul ditolak dan secara keseluruhannya, keempat-empat faktor tersebut menyumbang sebanyak 53.6 peratus dalam mengenalpasti faktor yang memberi kesan kepada prestasi rumah pasca pengubahsuaian.

Jadual 4.5

Prestasi Rumah

| Pemboleh Ubah Bersandar Prestasi Rumah | |
|---|-----------|
| Pemboleh Ubah Bebas | Parameter |
| Constant | 1.696 |
| Jaminan tempoh hayat | -0.081 |
| Tanggungan | -0.202 |
| Gagal | 0.719* |
| Faham | 1.089* |
| Kos | -0.855* |
| Alternatif | -0.503* |
| Pengetahuan | 0.025 |
| Pembelian | -0.056 |
| No of Obs = 67 | |
| Sig = 0.000 | |
| R Square = 0.536 | |

Nota: * signifikan pada aras keertian 0.01

Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Oleh yang demikian, dalam memastikan rumah sentiasa berada dalam prestasi yang baik, pemilik rumah perlu peka bahawa jaminan tempoh hayat akan terbatal dengan sendirinya jika pemilik rumah tidak menyelenggara rumah dengan baik. Selain itu, pemilik rumah perlu faham dengan lebih jelas berkaitan kos pengubahsuaian dan pemilihan bahan binaan yang bersesuaian sebelum pembinaan dijalankan. Pemilik rumah juga perlu memastikan pengamal binaan bijak dalam menguruskan pelan tindakan alternatif jika berlaku sesuatu di luar jangkaan seperti hujan, banjir atau kenaikan harga barang (Lampiran 3.1).

4.3.2 Analisis Regresi Selamat Didiami

Analisis regresi bagi bahagian ini memberi tumpuan kepada pemilik rumah dalam mengenalpasti faktor-faktor kecacatan berlaku pada rumah pasca pengubahsuaian. Berdasarkan Jadual 4.6, dapatan menunjukkan terdapat lapan faktor yang didapati mempengaruhi prestasi rumah yang berpunca daripada kecacatan elemen struktur

rumah pasca pengubahsuaian. Secara signifikan, lapan faktor tersebut adalah kontraktor, rekabentuk, kecacatan, tempoh siap, pelan struktur, *lintel*, bijak dan libat penuh. Justeru itu, hipotesis nul ditolak dan secara keseluruhannya, lapan faktor tersebut didapati menyumbang sebanyak 84.4 peratus dalam mengenalpasti faktor-faktor mempengaruhi prestasi rumah yang berpunca daripada kecacatan elemen struktur rumah pasca pengubahsuaian (Lampiran 3.2).

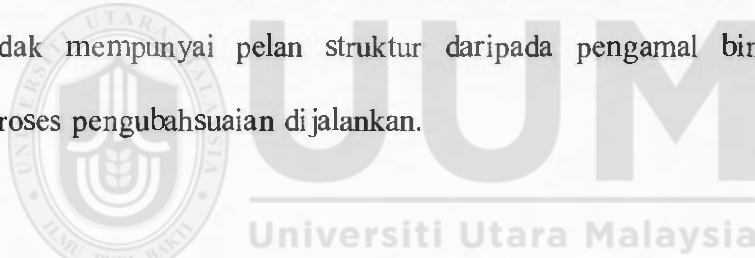
Jadual 4.6
Selamat

| Pemboleh Ubah Bersandar Prestasi Rumah | |
|--|-----------|
| Pemboleh Ubah Bebas | Parameter |
| (Constant) | 3.448 |
| PBT | -0.292 |
| Puashati | -0.061 |
| Kontraktor | 0.541* |
| Latar belakang | 0.019 |
| Rekabentuk | -1.934** |
| Kecacatan | -0.440*** |
| Tempoh siap | 1.225* |
| Pembelian | -0.184 |
| Pelan struktur | 1.338** |
| Sejarah | 0.270 |
| Sambungan | -0.024 |
| Asas bangunan | 0.128 |
| <i>Lintel</i> | 0.267** |
| Padat tanah | -0.187 |
| Bijak | -0.228*** |
| Libat penuh | -1.252* |
| Kos lepas ubahsuai | 0.153 |
| No of Obs= 67 | |
| Sig= 0.000 | |
| R Square= 0.844 | |
| Nota: * signifikan pada aras keertian 0.01; ** signifikan pada aras keertian 0.05; *** signifikan pada aras keertian 0.1 | |
| Sumber: Kajian penyelidikan (2018). | |

Bagi menjamin kesejahteraan keluarga atau isi rumah, pemilik rumah perlu memastikan kediaman mereka selamat untuk didiami terutama pasca pengubahsuaian dilakukan. Namun, hasil analisis menemui kekangan-kekangan berikut adalah

penyumbang kepada berlakunya kecacatan atau kerosakan elemen struktur rumah pasca pengubahsuaian iaitu:

- i. pemilik rumah yang memilih kontraktor yang tidak bertauliah,
- ii. pengurus projek tidak terlibat semasa proses pengubahsuaian dijalankan,
- iii. kelemahan semasa proses pemilihan dan pembelian bahan binaan,
- iv. pengamal binaan tidak dapat menguruskan bahan binaan dengan bijak atau berlaku pembaziran
- v. *lintel* tidak digunakan
- vi. tidak dapat disiapkan dalam tempoh yang dipersetujui
- vii. tidak menggunakan perkhidmatan perunding rekabentuk dan
- viii. tidak mempunyai pelan struktur daripada pengamal binaan sebelum proses pengubahsuaian dijalankan.



4.3.3 Analisis Regresi Kecacatan Elemen Rumah

Analisis regresi bagi bahagian ini memberi tumpuan kepada pemilik rumah dan pengamal binaan dalam memastikan elemen struktur rumah pasca pengubahsuaian menepati spesifikasi rekabentuk yang sepatutnya. Berdasarkan Jadual 4.7, didapati terdapat enam faktor yang mempengaruhi kecacatan elemen struktur rumah pasca pengubahsuaian disebabkan oleh pemilik rumah. Enam faktor tersebut terdiri daripada PBT, rosak lepas ubahsuai, sambungan, asas bangunan, korek dan prestasi baik. Keseluruhannya, enam faktor tersebut didapati menyumbang sebanyak 79.4 peratus dalam mengenalpasti faktor yang mempengaruhi kecacatan elemen struktur

rumah pasca pengubahsuaian disebabkan oleh pemilik rumah dan pengamal binaan. Maka, hipotesis nul ditolak (Lampiran 3.3).

Jadual 4.7
Punca Kecacatan Elemen Rumah

| Pemboleh Ubah Bersandar | |
|---|-----------|
| Kecacatan | |
| Pemboleh Ubah Bebas | Parameter |
| (Constant) | 3.229 |
| PBT | -0.580** |
| Puashati | -0.122 |
| Perjanjian | -0.066 |
| Kontraktor | 0.132 |
| Latar belakang | -0.957 |
| Tempoh siap | 0.308 |
| Rosak lepas ubahsuai | -0.171*** |
| Pembelian | -0.131 |
| Pelan struktur | 0.272 |
| Sejarah | 0.281 |
| Sambungan | -0.370** |
| Asas bangunan | 0.676* |
| Tiang | 0.001 |
| Lintel | 0.026 |
| Korek | 0.514** |
| Padat tanah | 0.128 |
| Kualiti kerja | 0.035 |
| Bijak | 0.286 |
| Libat penuh | -0.374 |
| Bincang | 0.083 |
| Selenggara | 0.080 |
| KOS lps ubahsuai | -0.076 |
| Prestasi baik | -0.302*** |
| No of Obs= 67 | |
| Sig=0.000 | |
| R Square= 0.794 | |
| Nola:* signifikan pada aras keertian 0.01; ** signifikan pada aras keertian 0.05; *** signifikan pada aras keertian 0.1 | |
| Sumber: <i>Kajian penyelidikan (2018).</i> | |

Kerjasama antara pemilik rumah dan pengamal binaan adalah penting agar proses pengubahsuaian berjalan lancar sekaligus mengelakkan berlakunya kecacatan atau kerosakan pasca pengubahsuaian. Daripada sudut sebelum pengubahsuaian, pemilik rumah didapati tidak mendapat kebenaran daripada Pihak Berkuasa Tempatan.

Semasa proses pengubahsuaian pula, pengamal binaan juga didapati tidak melakukan sambungan di antara struktur binaan asal rumah dengan binaan baru mengikut kaedah pembinaan yang sepatutnya. Selain sambungan, penggunaan asas bangunan juga didapati tidak digunakan oleh pengamal binaan. Pengamal binaan juga didapati tidak melakukan proses pemadatan tanah termasuk kerja-kerja pengorekan dan pembuangan tanah. Dengan kekangan-kekangan yang dihadapi adalah mustahil kesan-kesan kecacatan dan kerosakan pasca pengubahsuaian dapat dielakkan. Seterusnya, ini menyebabkan pemilik rumah sukar untuk memastikan kediaman mereka berada dalam prestasi yang baik.

Kecacatan elemen rumah pasca pengubahsuaian dapat diatasi jika pengamal binaan mendapat kebenaran melakukan pembinaan daripada pihak PBT, melakukan pengorekan tanah, membina asas bangunan dan melakukan sambungan antara struktur asal dengan struktur rumah baharu mengikut kaedah pembinaan yang bersesuaian. Ia bagi memastikan prestasi rumah pasca pengubahsuaian selamat dan berprestasi baik.

4.3.4. Analisis Regresi Pengamal Binaan

Adalah menjadi tanggungjawab pengamal binaan dalam menepati spesifikasi rekabentuk yang sepatutnya supaya tidak mempunyai masalah (kecacatan atau kerosakan) pasca pengubahsuaian. Namun, Jadual 4.8 mendapati terdapat 12 faktor yang mendapati pengamal binaan tidak menepati spesifikasi rekabentuk yang sepatutnya.

Jadual 4.8

Pengamal Binaan

| Pemboleh Ubah Bersandar Kontraktor | |
|------------------------------------|-----------|
| Pemboleh Ubah Bebas | Parameter |
| Constant | 4.711 |
| Pendidikan | 0.028 |
| Jenis rumah | 0.066 |
| PBT | 0.957* |
| <i>Perjanjian</i> | -1.327* |
| Rekabentuk | 1.648** |
| Kecacatan | -0.160 |
| Rosak lepas ubahsuai | -0.335* |
| Pelan struktur | -2.672* |
| Sejarah | -0.392* |
| Sambungan | 0.101 |
| <i>Asas bangunan</i> | -0.624* |
| <i>Rasuk</i> | 0.291* |
| <i>Tiang</i> | 0.203 |
| Korek | -0.131 |
| Padat tanah | 0.637* |
| Bijak | 0.205 |
| Libat penuh | 0.346** |
| Alternatif | -0.145 |
| Bincang | 0.051 |
| Selenggara | 0.542* |
| Kos | -0.415* |
| Prestasi baik | -0.069 |
| No of Obs= 67 | |
| Sig= 0.000 | |
| R Square= 0.860 | |

Nota: * signifikan pada aras keertian 0.01;

** signifikan pada aras keertian 0.05;

Sumber: *Kajian penyelidikan (2018).*

Secara signifikan, 12 faktor tersebut terdiri daripada PBT, perjanjian, rosak lepas ubahsuai, pelan struktur, sejarah, asas bangunan, rasuk, padat tanah, libat penuh, selenggara dan kos. Oleh itu, hipotesis nul ditolak dan secara keseluruhannya, 12 faktor tersebut menyumbang sebanyak 86.0 peratus dalam memastikan pengamal binaan menepati spesifikasi rekabentuk yang sepatutnya (Lampiran 3.4).

Pengamal binaan didapati tidak memenuhi spesifikasi rekabentuk yang sepatutnya.

Hal ini disebabkan oleh kelalaian pemilik rumah itu sendiri yang tidak memohon

kebenaran terlebih dahulu daripada PBT, ini menyebabkan pengamal binaan tidak menyediakan pelan struktur yang memenuhi spesifikasi rumah sebelum pengubahsuaian. Ini menyebabkan berlakunya sikap tidak mengambil berat aspek sejarah asal rumah oleh pengamal binaan. Pengubahsuaian kediaman tanpa pelan struktur menyebabkan pemilik rumah mengambil mudah hal berkaitan perjanjian bertulis, iaitu perjanjian di antara pemilik rumah dengan pengamal binaan.

Juga didapati kelemahan dipihak pemilik rumah iaitu tidak menggunakan khidmat perunding rekabentuk dalam menyediakan pelan cadangan pengubahsuaian. Kelalaian atau kealpaan pemilik rumah berkaitan prosedur sebelum pengubahsuaian menyebabkan kediaman mereka mengalami kecacatan atau kerosakan selepas pengubahsuaian. Tanpa spesifikasi pelan struktur yang sempurna, semasa proses pengubahsuaian menyebabkan penggunaan asas bangunan dan rasuk tidak digunakan. Pengamal binaan juga didapati tidak melakukan proses pemadatan tanah. Ia juga didapati tidak terlibat semasa proses pengubahsuaian, hanya pekerja atau buruh sahaja yang kelihatan di tapak. Secara tidak langsung masalah-masalah tersebut menyumbang kepada berlakunya kecacatan atau kerosakan pasca pengubahsuaian dan menyebabkan pemilik rumah terpaksa melakukan kerja-kerja pembaikan yang melibatkan kos. Selain itu, pemilik rumah juga tidak dapat menyelenggara kediaman mereka secara berhemah mengikut kesesuaian yang sepatutnya bagi memastikan rumah dalam prestasi yang terbaik.

Oleh itu dapat dirumuskan bahawa pengamal binaan perlulah mendapatkan kebenaran untuk melakukan pembinaan daripada PBT, menyiasat sejarah awal rumah tersebut, mendapatkan khidmat rundingan rekabentuk, menyediakan pelan

struktur yang mempunyai rasuk dan asas bangunan, melakukan pemadatan tanah serta pengamal binaan terlibat penuh bersama buruh binaan sewaktu pembinaan dilakukan. Pengamal binaan juga perlu mempunyai perjanjian bertulis bersama pemilik dan menepati kos asal sebagaimana dipersetujui serta memberi nasihat kaedah penyelenggaraan kepada pemilik rumah agar hasil pengubahsuaian itu sentiasa berprestasi baik.

4.3.5 Analisis Regresi Kepuasan Pemilik Rumah

Analisis regresi bagi bahagian ini memberi tumpuan kepada kepuasan pemilik rumah berhubung kecacatan elemen struktur rumah pasca pengubahsuaian. Jadual 4.9 mendapati terdapat tujuh faktor yang didapati mempengaruhi tahap kepuasan pemilik rumah. Faktor-faktor tersebut terdiri daripada nasihat, PBT, tempoh jaminan hayat, lanjutan masa, kos, pengetahuan, latar belakang dan pembelian. Dapatan ini secara tidak langsung menolak hipotesis nul dan secara keseluruhannya tujuh faktor tersebut menyumbang sebanyak 65.3 peratus dalam mengenalpasti tahap kepuasan pemilik rumah.

Rumah atau kediaman merupakan keperluan asas bagi setiap individu, oleh itu, rumah yang sempurna adalah penting dalam membina sebuah keluarga yang sejahtera. Justeru itu, kepuasan pemilik rumah adalah penting bagi memastikan seluruh keluarga berada dalam keadaan sempurna dan selamat. Bagi menjamin kelancaran proses pengubahsuaian rumah, pemilik rumah perlulah mendapatkan nasihat berkaitan peraturan, perundangan dan risiko daripada PBT terlebih dahulu sebelum bekerjasama dengan pengamal binaan. Dengan nasihat yang diperolehi

daripada PBT, secara tidak langsung masalah diluar jangkaan mungkin dapat dielakkan dan seterusnya meningkatkan kepuasan pemilik rumah. Selain itu, kepuasan pemilik rumah juga akan meningkat apabila pengamal binaan menyediakan tempoh jaminan hayat setelah tamat proses pengubahsuaian. Seterusnya, kepuasan pemilik rumah juga didapati meningkat apabila tempoh menyiapkan pengubahsuaian dipersetujui iaitu dengan tidak ada tempoh lanjutan masa. Kos pengubahsuaian yang dibayar setelah selesai pengubahsuaian juga didapati dapat mempengaruhi kepuasan pemilik rumah. Bagi meningkatkan kepuasan, pemilik rumah hasruslah mempunyai sedikit pengetahuan teknikal dalam aspek pembinaan, menyiasat latarbelakang kontraktor dan terlibat dalam proses pemilihan atau pembelian bahan binaan daripada pembekal (Lampiran 3.5).

Jadual 4.9
Keputusan Pemilik Rumah

| Pemboleh Ubah Bersandar | |
|-------------------------|-----------|
| Puashati | |
| Pemboleh Ubah Bebas | Parameter |
| Constant | 5.140 |
| Pendidikan | -0.113 |
| Nasihat PBT | -0.280** |
| Tempoh jaminan hayat | -0.356* |
| Tanggungan | -0.128 |
| Lanjutan masa | -0.304*** |
| Kos | 0.441** |
| Jenis tanah | -0.222 |
| Buruh | 0.510 |
| Pengetahuan | -0.314** |
| Latar belakang | -0.272*** |
| Pembelian | 0.186*** |
| No of Obs= 67 | |
| Sig= 0.000 | |
| R Square= 0.653 | |

Nota: * signifikan pada aras keertian 0.01;
 ** signifikan pada aras keertian 0.05;
 *** signifikan pada aras keertian 0.1

Sumber: *Kajian penyelidikan (2018).*

Secara umumnya kebanyakan pemilik rumah merasakan bahawa mereka akan berpuashati terhadap hasil pengubahsuaian sekiranya mereka mendapatkan khidmat nasihat daripada PBT, menyiasat latarbelakang kontraktor terlebih dahulu, memilih dan membeli sendiribahan binaan serta mempunyai sedikit pengetahuan teknikal dalam bidang pembinaan. Mereka juga menginginkan pengamal binaan berjaya menyiapkan pengubahsuaian mengikut jadual dan memberikan tempoh jaminan hayat pasca pengubahsuaian kepada pemilik rumah.

4.4 Pemeriksaan Secara Visual CSP1

Secara keseluruhannya, bahagian ini adalah bagi membincangkan dapatan bagi objektif kedua iaitu bagi menilai tahap prestasi rumah pasca pengubahsuaian menggunakan gabungan Matrik CSP1 melalui pemeriksaan secara visual.

4.4.1 Prestasi Kecacatan Binaan Konkrit dan Bata

Bagi memenuhi objektif pertama kajian iaitu untuk mengenalpasti jenis-jenis kecacatan yang sering berlaku pada rumah pasca pengubahsuaian menggunakan kaedah *Matriks Condition Survey Protocol CSP (Protocol 1)* menggunakan skala penilaian IKS dan BCA. Analisis frekuensi jenis-jenis kecacatan yang terdapat pada rumah kajian melalui pemantauan atau pemeriksaan secara visual melalui kaedah CSP1 telah dijalankan pada 67 buah rumah pasca pengubahsuaian di lima taman perumahan sekitar Daerah Kota Samarahan, Sarawak.

Penetapan skala penarafan telah diberikan bagi setiap jenis kecacatan pada binaan konkrit sebagaimana diamalkan oleh JKR. Terdapat sembilan jenis-jenis kecacatan seperti keretakan pengecutan (*shrinkage cracks*), keretakan pada struktur konkrit (*cracks of concrete structure*), pelekangan (*delamination*), penggelupasan konkrit (*spalling*), pengaratan tetulang (*corrosion of reinforcement*), resapan air (*water leak*), condong (*tilt*) dan keretakan pada bata (*cracks at bricks*) seperti di Jadual 4.10.

Jadual 4.10
Jenis-jenis Kecacatan Pada Binaan Konkrit.

| Pemboleh ubah | Rasuk | | Lantai | | Tiang | | Dinding | |
|-------------------------|-------|-----|--------|------|-------|------|---------|------|
| | f | % | f | % | f | % | f | % |
| Keretakan pengecutan | 5 | 4.2 | 14 | 11.8 | 22 | 18.5 | 78 | 65.5 |
| Keretakan pada struktur | 10 | 8.7 | 21 | 18.3 | 84 | 73.0 | - | - |
| Pelekangan | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Pengelupasan konkrit | 3 | 4.8 | 14 | 22.2 | 4 | 6.3 | 42 | 66.7 |
| Pengaratan tetulang | - | - | - | - | 4 | 100 | - | - |
| Resapan air | - | - | - | - | 16 | 21.6 | 58 | 78.4 |
| Condong | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Keretakan pada bata | - | - | - | - | - | - | 267 | 100 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Sebanyak 642 kes kecacatan pada binaan konkrit direkodkan bagi enam jenis kecacatan pada rumah kajian kecuali pelekangan dan condong. Terdapat 119 kes keretakan pengecutan, masing-masing 5 kes (4.2%) pada struktur rasuk, 14 kes (11.8%) pada struktur lantai, 22 kes (18.1%) pada struktur tiang dan 78 kes (65.5%) pada elemen dinding bata.

Keretakan pada komponen struktur mempunyai 115 kes, 84 kes (73%) terdapat pada strktur tiang, 21 kes (18.3%) pada struktur lantai dan 10 kes (8.7%) pada struktur rasuk. Manakala terdapat 63 kes pengelupasan konkrit, struktur dinding mencatatkan kes terbanyak iaitu 42 kes (66.7%), diikuti struktur lantai 14 kes (22.2%), 3 kes (4.8%) pada rasuk dan 4 kes (6.3%) pada struktur tiang.

Hanya struktur tiang mempunyai kes pengaratan tetulang iaitu sebanyak empat kes. Terdapat juga 74 kes resapan air pada elemen struktur rumah kajian, didapati 78.4 peratus (58 kes) daripadanya berlaku pada elemen dinding dan selebihnya pada struktur tiang 16 kes (21.6%). Manakala terdapat 267 kes keretakan pada dinding bata berlaku iaitu dikesemua 67 unit rumah kajian telah dicatatkan.

Kerosakan keretakan plastik berlaku disebabkan enapan plastik dan pengecutan plastik, masing-masing biasanya terbentuk mengikut corak tetulang dan pada lantai. Ia terbentuk semasa konkrit dalam keadaan plastik, ia sebenarnya disebabkan oleh *bleeding* lebihan nisbah air simen (*water cement ratio*) dalam bancuhan konkrit dan akibat pengeringan awal atau pengawetan konkrit yang sedikit (Aminul, 2015).

Faktor perubahan suhu dan cuaca juga mempengaruhi proses kematangan konkrit bermula daripada peringkat bancuhan, kendalian, penuangan, pemadatan dan penawetan, tegangan. Pemasangan jarak antara tetulang utama, saiz, jenis dan juga jarak antara pengikat tetulang (*link*) juga mempengaruhi terbentuknya garis retak pada struktur. Apabila retak terbentuk, maka resapan air akan berlaku dan akhirnya akan menjejaskan prestasi tetulang keluli di dalam struktur.

Jadual 4.11
Penarafan kecacatan pada binaan konkrit.

| Pemboleh ubah | A | | B | | C | | D | | E | |
|-------------------------|-------------|---|------|------|-----------|------|----------|------|-----------------|---|
| | Sangat Baik | | Baik | | Sederhana | | Kritikal | | Sangat Kritikal | |
| | f | % | f | % | f | % | f | % | f | % |
| Keretakan pengecutan | - | - | 38 | 46.9 | 30 | 37.0 | 13 | 16.1 | - | - |
| Keretakan pada struktur | - | - | - | - | 44 | 77.2 | 13 | 22.8 | - | - |
| Pengelupasan konkrit | - | - | 2 | 4.8 | 24 | 57.1 | 16 | 38.1 | - | - |
| Pengaratan tetulang | - | - | - | - | - | - | 4 | 100 | - | - |
| Resapan air | - | - | 9 | 16.4 | 32 | 58.2 | 14 | 25.4 | - | - |
| Keretakan pada bata | - | - | - | - | 22 | 32.8 | 45 | 67.2 | - | - |

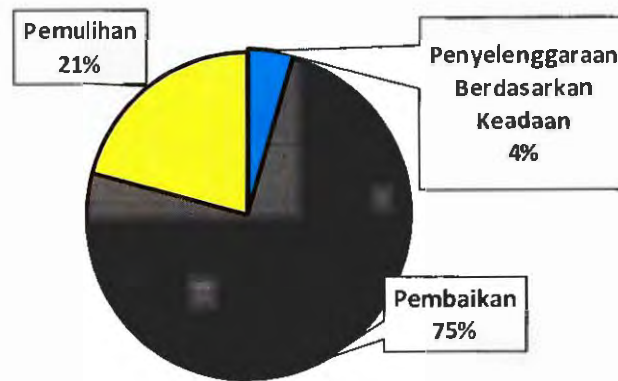
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Terdapat 306 kes kecacatan pada binaan konkrit pada rumah pasca pengubahsuaian telah diberi penarafan (Jadual 4.11). Sebanyak 49 kes (16%) masih berada dalam keadaan kondisi baik, iaitu tindakan penyelenggaraan berdasarkan keadaan (*condition based*) perlu dilakukan oleh pemilik rumah. 38 kes keretakan pengecutan, dua kes penggelupasan konkrit dan sembilan kes resapan air berlaku.

Manakala 152 kes (49.7%) berkondisi sederhana, tindakan pembaikan perlu dilakukan segera. Ini kerana terdapat 30 kes (37%) keretakan pengecutan, 44 kes (77.2%) keretakan pada struktur, penggelupasan pada konkrit 24 kes (57.1%), 32 kes (58.2%) resapan air dan 22 kes (32.8%) keretakan pada dinding bata.

Terdapat 105 kes (34.3%) berkondisi kritikal, iaitu tindakan pemulihan segera perlu dilakukan oleh pemilik rumah, iaitu 13 kes (16.1%) keretakan pengecutan, 13 kes (22.8%) keretakan struktur, 16 kes (38.1%) pengelupasan konkrit, pengaratan tetulang (4 kes; 100%), resapan air (14 kes; 25.4%) dan keretakan pada dinding bata 45 kes (67.2%).

Secara keseluruhan terdapat 50 (75%) unit rumah berkondisi memerlukan pembaikan major atau dibaiki, 14 (21%) unit rumah berada dalam kondisi perlukan pembaikan dan pemulihan segera, tiga unit rumah (4%) berkondisi baik iaitu kecacatan minor serta perlu dipantau keadaanya (Rajah 4.9).



Rajah 4.9
Kondisi Rumah Pasca Pengubahsuaian (CSP1)
Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Oleh itu, bagi tujuan kajian ini peralatan kejuruteraan hanya sesuai digunakan pada elemen struktur yang mengalami keretakan pada struktur dan keretakan pada bata bagi pemeriksaan lanjut. Ini kerana keretakan pengecutan hanya berlaku pada permukaan konkrit, proses pengecutan akan menghilangkan kesan berkenaan. Pengaratan tetulang dan resapan air berlaku apabila terdapatnya keretakan dan pengelupasan pada konkrit. Pengelupasan konkrit, pengaratan tetulang dan resapan air tidak dapat diukur kesanya terhadap prestasi kekuatan mampatan konkrit, pelepasan semula permukaan struktur akan memulihkan kesan tersebut. Jadual 4.12 memaparkan frekuensi penarafan pada keretakan struktur dan dinding bata bagi setiap rumah pasca pengubahsuaian.

Terdapat 124 kes keretakan pada struktur dan dinding bata direkodkan, 58 kes daripadanya adalah berkondisi kritikal, elemen dinding melibatkan 45 unit daripada 67 unit rumah berkondisi kritikal, struktur lantai tiga unit rumah dan struktur tiang 10 unit rumah. Selebihnya sebanyak 66 kes keretakan pada struktur dan dinding bata direkodkan masih berada dalam kondisi sederhana melibatkan elemen dinding pada

22 unit rumah, masing-masing enam unit rumah pada struktur rasuk dan lantai serta 32 unit rumah mengalami kecacatan berskala sederhana bagi struktur tiang.

4.4.2 Analisis Garis Retak pada Struktur dan Dinding Bata

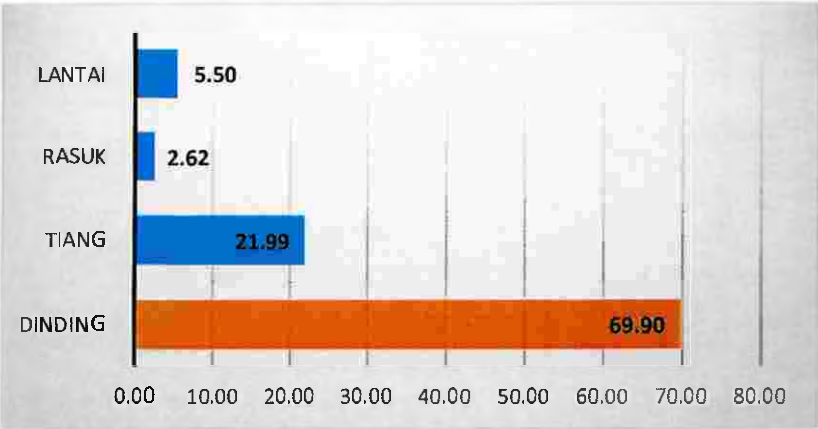
Analisis frekuensi garis retak pada struktur konkrit dan dinding bata di rumah kajian telah dikenalpasti bagi setiap elemen struktur rumah. Manakala garis retak merupakan jenis kecacatan utama hasil pemeriksaan kajian kerana retak boleh menggambarkan prestasi struktur konkrit. Analisis saiz lebar garisan retak mengikut taburan elemen adalah seperti Jadual 4.12, Rajah 4.10 dan Rajah 4.11.

Jadual 4.12
Penarafan keretakan pada struktur dan bata bagi setiap rumah

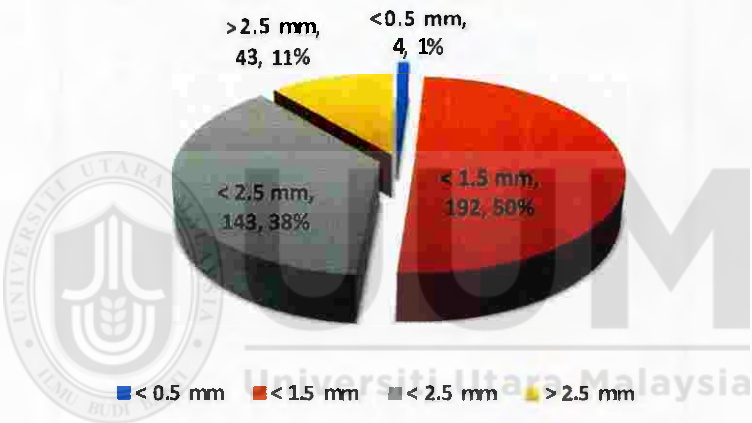
| Pemboleh ubah | A | | B | | C | | D | | E | |
|---------------|-------------|---|------|---|-----------|------|----------|------|-----------------|---|
| | Sangat Baik | | Baik | | Sederhana | | Kritikal | | Sangat Kritikal | |
| | f | % | f | % | f | % | f | % | f | % |
| Dinding | - | - | - | - | 22 | 32.8 | 45 | 67.2 | - | - |
| Rasuk | - | - | - | - | 6 | 100 | - | - | - | - |
| Lantai | - | - | - | - | 6 | 66.7 | 3 | 33.3 | - | - |
| Tiang | - | - | - | - | 32 | 76.2 | 10 | 23.8 | - | - |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Berdasarkan pemeriksaan visual dan ukur kondisi, pengkaji mendapati lebar garisan retak bagi struktur rasuk adalah bersaiz sederhana (kurang 1.5 mm), sebanyak 2.62 peratus dengan sejumlah 10 garis retak bagi struktur rasuk. Terdapat hanya 5.5 peratus (21 garis retak) pada struktur lantai iaitu dengan lebar garis retak diantara 0.5 – 1.5 mm. 52.4 peratus (11 garis retak) bersaiz sederhana, 42.8 peratus (9 garis retak) bersaiz sangat besar (lebih 2.5 mm) dan selebihnya bersaiz kecil (kurang 0.5 mm).



Rajah 4.10
Garis Retak Pada Elemen
Sumber: Kajian penyelidik (2018).



Rajah 4.11
Saiz Lebar Retak
Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Jadual 4.13
Lebar Retak Pada Elemen

| Pemboleh ubah | Sangat kecil < 0.1 mm | | Kecil< 0.5mm | | Sederhana < 1.5 mm | | Besar < 2.5 mm | | Sangat besar > 2.5 mm | |
|---------------|-----------------------|---|--------------|-----|--------------------|------|----------------|------|-----------------------|------|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| Dinding | - | - | 1 | 0.4 | 122 | 45.7 | 101 | 37.8 | 43 | 16.1 |
| Tiang | - | - | 2 | 2.4 | 49 | 58.3 | 33 | 39.3 | - | - |
| Rasuk | - | - | - | - | 10 | 100 | - | - | - | - |
| Lantai | - | - | 1 | 4.8 | 11 | 52.4 | 9 | 42.8 | - | - |

Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Struktur tiang pula mencatat sejumlah 21.99 peratus (84 garis retak) dengan saiz lebar garis retak antara 0.5 – 2.5 mm. Sebanyak 39.3 peratus (33 garis retak) bersaiz besar (lebih 2.5 mm), 58.3 peratus (49 garis retak) bersaiz sederhana dan baki 2.4 peratus adalah garis retak bersaiz kecil (kurang 0.5 mm). Statistik keretakan elemen dinding menunjukkan kekerapan kes keretakan tertinggi yang dikenalpasti iaitu sebanyak 69.9 peratus (267 garis retak), 16.1 peratus (43 garis retak) yang bersaiz sangat besar (lebih 2.5 mm), 37.8 peratus (101 garis retak) bersaiz besar, 45.7 peratus (122 garis retak) bersaiz sederhana dan hanya satu garis retak bersaiz kecil.

Sehubungan itu didapati terdapat sebanyak 69.9 peratus (267 garis retak) terdiri daripada kes retak pada elemen bukan struktur iaitu elemen dinding, berbanding 30.1 peratus (115 garis retak) berlaku pada elemen struktur utama seperti elemen rasuk, tiang dan lantai.

Jadual 4.13 memaparkan taburan garis retak mengikut lima kategori saiz lebar retak. Daripada 382 garis retak, 196 yang mewakili keretakan minor (51.3%) boleh dibahagikan kepada beberapa bahagian iaitu sangat halus, halus, sederhana halus dan sederhana (kurang 1.5 mm). Sementara keretakan major merupakan keretakan yang mewakili lebar dan sangat lebar iaitu lebar retak bersaiz lebih 1.5 mm sebanyak 48.7 peratus (186 garis retak) bagi semua elemen.

Daripada pemeriksaan yang diperolehi, keretakan berskala sederhana merupakan kes yang paling banyak ditemui iaitu sebanyak 50 peratus (192 garis retak), manakala keretakan besar mewakili sebanyak 38 peratus (143 garis retak) dan keretakan sangat besar mencatat 11 peratus (43 garis retak).

Anggapan bahawa faktor pemasangan kemasan adalah antara punca sampel struktur rasuk dan lantai adalah sedikit, ini kerana kebanyakan rasuk telah ditutupi oleh kemasan siling, begitu juga dengan sampel struktur lantai yang kebanyakannya telah ditutupi dengan kemasan jubin lantai. Walaupun terdapat beberapa garis retak pada struktur lantai yang berkemasan namun, untuk kaedah ujian NDT, tidak ada pengujian boleh dilakukan melainkan permukaan kemasan berkenaan ditanggalkan dengan bersih (JKR, 2013).

Sewaktu pemeriksaan ukur kondisi, beberapa sampel elemen struktur telah menunjukkan terdapat kesan pemisahan/renggang, iaitu kecacatan dibahagian sambungan antara struktur, sama ada antara sambungan struktur baharu dengan struktur asal atau diantara sambungan struktur baharu dengan struktur baharu.

Hanya terdapat sembilan garis retak (Jadual 4.14) yang memisahkan antara elemen, 66.6 peratus (6 kes) adalah pemisahan diantara elemen dinding dengan tiang, manakala masing-masing hanya dua kes (22.2%) bagi pemisahan elemen dinding dengan dinding dan satu kes (11.1%) pemisahan diantara elemen dinding dengan rasuk.

Jadual 4.14
Pemisahan Elemen

| Pemboleh ubah | Sederhana < 1.5 mm | | Besar <2.5 mm | |
|-------------------|-----------------------|-----|------------------|-----|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| Dinding - Dinding | - | - | 2 | 100 |
| Dinding - Tiang | 3 | 50 | 3 | 50 |
| Dinding - Rasuk | 1 | 100 | - | - |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

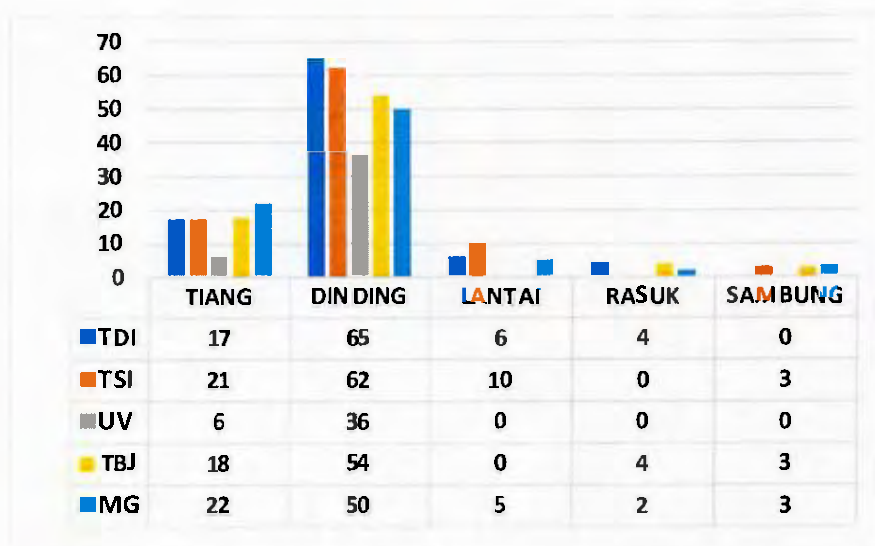
Terdapat sejumlah 382 garis retak direkodkan pada 67 rumah di lima taman perumahan di Daerah Samarahan, Sarawak. Sebanyak 24.3 peratus (93 kes) di Taman Sama Indah TSI, (24.1%; 92 kes) didapati di Taman Desa Ilmu TDI, manakala 20.7 peratus (79 kes) di Midway Garden MG, (19.9%; 76 kes) di Taman Bestari Jaya TBJ dan 11 peratus (42 kes) di Univista UV (Jadual 4.15).

Jadual 4.15
Garis Retak Pada Elemen Rumah

| Pemboleh ubah | TDI | | TSI | | UV | | TBJ | | MG | |
|---------------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| Dinding | 65 | 24.3 | 62 | 23.2 | 36 | 13.5 | 54 | 20.2 | 50 | 18.7 |
| Tiang | 17 | 20.2 | 21 | 25.0 | 6 | 7.1 | 18 | 21.4 | 22 | 26.2 |
| Rasuk | 4 | 40.0 | - | - | - | - | 4 | 40.0 | 2 | 20.0 |
| Lantai | 6 | 28.6 | 10 | 47.6 | - | - | - | - | 5 | 23.8 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018)

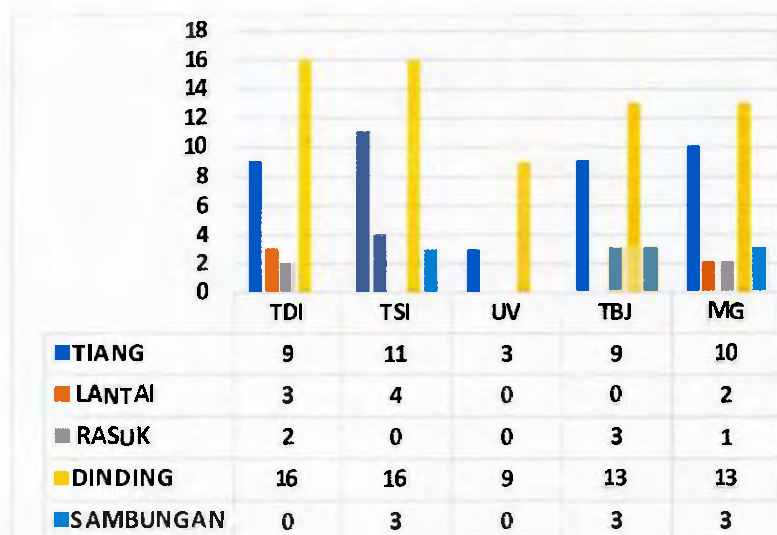
Rajah 4.12 memaparkan elemen dinding mendominasi sejumlah 267 kes keretakan bagi kesemua 67 unit rumah, TDI (24.3%; 65 kes), TSI (23.2%; 62 kes) serta di TBJ, MG dan UV masing-masing dengan (20.2%; 54), (18.7%; 50) dan (13.5%; 36) kes. Begitu juga dengan struktur tiang, sebanyak sebanyak 42 rumah terlibat beserta 84 kes, TSI mencatatkan 11 unit rumah (26.2%) dengan (25.0%; 21 kes), MG (23.8 %; 10 unit) beserta 22 kes garis retak (26.1 %), masing-masing sembilan unit rumah di TDI (20.2%; 17 kes), TBJ (21.4%; 18 kes) serta UV terdapat (7.1%; 6 kes) di tiga unit rumah.



Rajah 4.12
Jumlah Garis Retak Berdasarkan Elemen Pada Setiap Taman Perumahan
Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Manakala lantai hanya terdapat 21 kes garis retak pada sembilan unit rumah masing-masing tiga unit (33.3%) di TDI, TSI (44.4%; 4 unit) dan MG (22.2%; 2 unit). Di TSI terdapat sepuluh garis retak (47.6%), TDI (28.6%; 6 kes) manakala di MG (23.8%; 5 kes). Tidak banyak garis retak dijumpai pada elemen struktur lantai kerana kebanyakan unit rumah telah dipasang dengan pelbagai jenis kemasan lantai.

Bagi kes garis retak pada permukaan struktur rasuk, hanya terdapat sepuluh kes bagi enam unit rumah. TDI dan TBJ mempunyai jumlah kes yang sama iaitu sebanyak empat kes (40.0%) dan MG (20.0%; 2 kes). Faktor jumlah kes yang sedikit didorong oleh pemasangan kemasan siling dan penyelidik tidak mendapat kebenaran untuk memasuki ruang privasi rumah kajian oleh pemiliknya. Begitu juga dengan kes garis retak pada sambungan antara elemen, hanya enam kes di sembilan unit rumah, masing-masing tiga unit rumah dan juga tiga kes di TSI, TBJ dan MG (Rajah 4.13).



Rajah 4.13
Jumlah Unit Rumah Berdasarkan Elemen Retak
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

4.4.3 Ringkasan Eksekutif Pemeriksaan Secara Visual CSP1

Setelah data-data jumlah kecacatan pada rumah pasca pengubahsuaian diperolehi, gred keadaan fizikal ditentukan oleh penilai di lapangan, skala penilaian tindakan penyelenggaraan dikenalpasti maka, analisis klasifikasi penarafan rumah akan ditentukan. Ringkasan eksekutif pemeriksaan CSP1 telah menunjukkan bahawa terdapat 50 (74.6 %) unit rumah berprestasi sederhana dan hanya tiga (4.5 %) unit rumah menunjukkan prestasi baik. Manakala 14 (20.9 %) unit rumah berprestasi kritikal dengan skor prestasi sehingga 18 mata, iaitu memerlukan pemulihan atau pembaikan segera disebabkan kerosakan / kecacatan serius (Jadual 4.16). Lampiran 4.1 hingga 4.6 memaparkan perincian ringkasan eksekutif.

Secara umum terdapat 306 kes kecacatan dengan 4,109 jumlah skor keseluruhan, prestasi atau kondisi rumah kajian adalah berada dalam skor 13 mata iaitu berkondisi memerlukan tindakan pemulihan atau pembaikan oleh pemilik rumah. Terdapat

empat unit rumah mencatat skor tertinggi iaitu 18 mata yang berskala kritikal pada rumah TDI3, TBJ4, TBJ11 dan MG7, tindakan pemulihan segera perlu dilakukan pada rumah-rumah berkenaan. Manakala rumah TDI7, TSI3 dan TSI9 mencatat skor terendah iaitu 10 mata iaitu berskala baik (Lampiran 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 dan 4.5).

Jadual 4.16
Ringkasan eksekutif pemeriksaan CSP1.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TDI1 | TDI2 | TDI3 | TDI4 | TDI5 | TDI6 | TDI7 | TDI8 | TDI9 | TDI10 | TDI11 | TDI12 | TDI13 | TDI14 | TDI15 | TDI16 |
| 12 | 11 | 18 | 12 | 12 | 12 | 10 | 15 | 12 | 11 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| TSI1 | TSI2 | TSI3 | TSI4 | TSI5 | TSI6 | TSI7 | TSI8 | TSI9 | TSI10 | TSI11 | TSI12 | TSI13 | TSI14 | TSI15 | TSI16 |
| 14 | 12 | 10 | 11 | 12 | 12 | 13 | 11 | 10 | 11 | 12 | 12 | 14 | 11 | 12 | 15 |
| UV1 | UV2 | UV3 | UV4 | UV5 | UV6 | UV7 | UV8 | UV9 | | | | | | | |
| 14 | 14 | 13 | 15 | 13 | 16 | 14 | 16 | 15 | | | | | | | |
| TBJ1 | TBJ2 | TBJ3 | TBJ4 | TBJ5 | TBJ6 | TBJ7 | TBJ8 | TBJ9 | TBJ10 | TBJ11 | TBJ12 | TBJ13 | | | |
| 14 | 17 | 16 | 18 | 17 | 16 | 14 | 16 | 12 | 15 | 18 | 13 | 17 | | | |
| MG1 | MG2 | MG3 | MG4 | MG5 | MG6 | MG7 | MG8 | MG9 | MG10 | MG11 | MG12 | MG13 | | | |
| 14 | 15 | 13 | 14 | 14 | 16 | 18 | 16 | 15 | 14 | 15 | 15 | 14 | | | |

Sumber: Kajian penyelidik (2018).

4.5 Ujian Tanpa Musnah (NDT)

Seterusnya, bahagian ini adalah bagi membincangkan dengan lebih terperinci dapatan bagi objektif ketiga iaitu membuktikan tahap prestasi rumah melalui kaedah Ujian Tanpa Musnah atau lebil dikenali sebagai *Non-destructive Test (NDT)*. NDT menggunakan peralatan kejuruteraan iaitu *Rebound Hammer* dan *UPV* bagi nemapatkan nilai prestasi elemen.

Kekangan untuk mendapatkan jumlah kecacatan pada elemen struktur lantai didorong oleh permukaan lantai yang telah dilapisi dengan kemasam jubin seramik, manakala kekangan utama pengkaji adalah keterbatasan untuk mengumpul data peniaian adalah kerana 90 peratus daripada sampel garis retak diambil di bahagian luar rumah kajian sahaja.

Ini kerana keterbatasan privasi pemilik rumah untuk tidak membenarkan pasukan penyelidik daripada memasuki ruang privasi mereka dengan alasan rumah berselerak, malu, suami tidak ada di rumah, sangsi dengan orang yang tidak dikenali dan bahagian yang retak telah diselindungi dengan perabot-perabot.

4.5.1 Ujian Menggunakan *Rebouud Hammer*

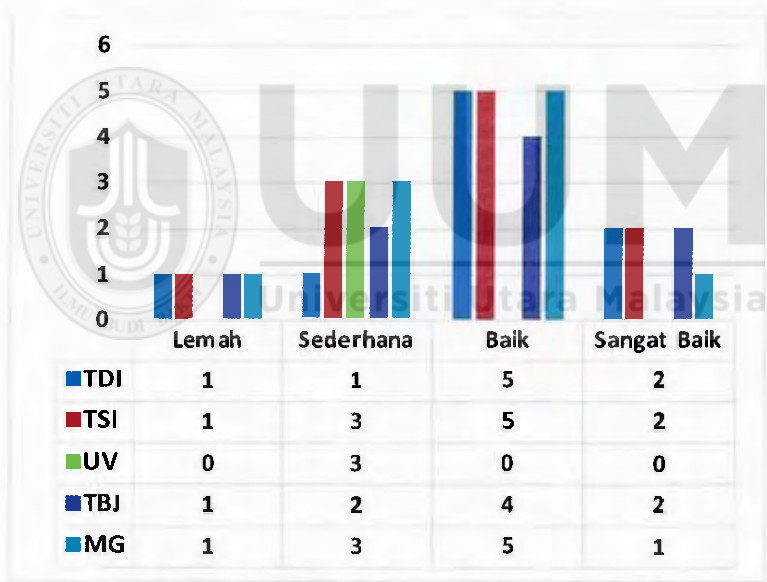
Berdasarkan BS 1881:202 (1986) dan ASTM C 805-83 (1991) menyatakan bahawa peralatan rebound hammer tidak sesuai digunakan pada permukaan yang dilapisi oleh sebarang kemasam seperti jubin atau *wall paper*, ini kerana peralatan ini akan menilai kekuatan pada permukaan struktur (*surface hardness*) sahaja. Penarafan prestasi kekuatan konkrit adalah berdasarkan kepada piawaian BS 1881:202.

4.5.1.1 Struktur Tiang

Keputusan penilaian ujian NDT bagi menentukan kekuatan tiang menggunakan Rebound Hammer menunjukkan bahawa prestasi struktur tiang konkrit masih dalam

skala baik dengan nilai purata 32.79 MPa, walaupun terdapat garis retak pada struktur tiang dengan purata 1.3 mm lebar.

Terdapat 84 garis retak pada struktur tiang bagi 42 unit rumah (Rajah 4.14) masing-masing sembilan unit (21.4%) di TDI, TSI (11 unit; 26.2%), UV (3 unit; 7.1%), TBJ (9 unit; 21.4%) dan sepuluh unit (23.8%) di MG. Sebanyak 11 garis retak berada dalam prestasi lemah, 19 garis retak lagi berada di skala sederhana, 32 garis retak beprestasi baik manakala 22 garis retak tergolong dalam prestasi kekuatan konkrit sangat baik iaitu mencecah 47.9 MPa (Lampiran 4.6).



Rajah 4.14
Prestasi unit rumah pada struktur tiang menggunakan Rebound Hammer
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Rajah 4.14 menunjukkan terdapat 26 unit rumah (61.9%) masih mencatatkan prestasi baik-sangat baik dengan nilai MPa yang tertinggi iaitu 32.3 – 47.9 MPa serta lebar retak yang kecil iaitu kurang daripada 1.5 mm. TDI dan TSI masing-masing berkongsi (16.7%; 7 unit), begitu juga TBJ dan MG berkongsi jumlah yang sama

(14.3%; 6 unit). Manakala 16 unit rumah (38.1%) mencatatkan prestasi berskala sederhana-lemah pada struktur tiang.

Jadual 4.17 pula memaparkan prestasi garis retak pada struktur tiang, sebanyak 11(13.1%) unit daripada 84 unit tiang mengalami kondisi lemah, 19 (22.6%) unit berkondisi sederhana, 32 (38.1%) unit berkondisi baik dan 22 (26.2%) unit berkondisi sangat baik.

Jadual 4.17

Prestasi Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan Rebound Hammer

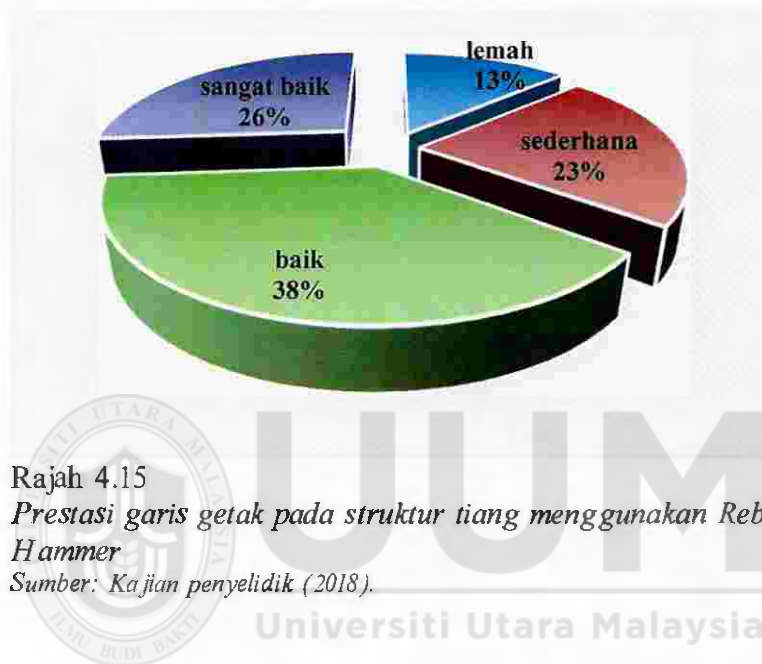
| Pemboleh ubah | TDI | | TSI | | UV | | TBJ | | MG | |
|---------------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| Lemah | 2 | 18.2 | 2 | 18.2 | 1 | 9.0 | 3 | 27.3 | 3 | 27.3 |
| Sederhana | 2 | 10.5 | 5 | 26.3 | 4 | 21.1 | 3 | 15.8 | 5 | 26.3 |
| Baik | 7 | 21.9 | 8 | 25.0 | 1 | 3.1 | 6 | 18.7 | 10 | 31.3 |
| Sangat Baik | 6 | 27.3 | 6 | 27.3 | - | - | 6 | 27.3 | 4 | 18.1 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Tiga unit rumah di UV (7.1%) hanya mencatat bacaan prestasi struktur tiang diantara 21.3 –27.3 MPa, TSI (3; 7.1%) dengan nilai 20.1 –29.1 MPa, MG (3; 7.1%) dengan nilai 22.5 – 26.3 MPa dan TDI (1; 2.4%) iaitu berada pada skala prestasi sederhana. Manakala empat unit rumah (9.5%) telah menunjukkan prestasi kekuatan mampatan yang sangat merosot iaitu lemah (15.2 – 19.6 MPa) dengan lebar garis retak yang lebih besar iaitu 2.5 mm. Ia menggambarkan bahawa struktur tiang di empat unit rumah berkenaan adalah sangat tidak selamat iaitu di unit TDI8, TS11, TBJ6 dan MG2 kerana prestasinya sangat lemah berbanding piawaian iaitu melebihi 25 MPa (Lampiran 4.6).

Hasil kerja ukur kondisi pada 84 garis retak menggunakan peralatan Rebound Hammer bagi struktur tiang (Rajah 4.15) sebanyak 64 peratus masih berprestasi baik

dan sangat baik berbanding struktur tiang yang berprestasi lemah serta sederhana iaitu 36 peratus. Ia menggambarkan bahawa pemilik rumah tidak perlu gusar dengan kondisi rumah mereka, kecuali bagi unit rumah MG2, TDI8, TSI1 dan TBJ6 yang memerlukan kerja-kerja pemulihan dijalankan kerana ia berada dalam prestasi yang lemah.



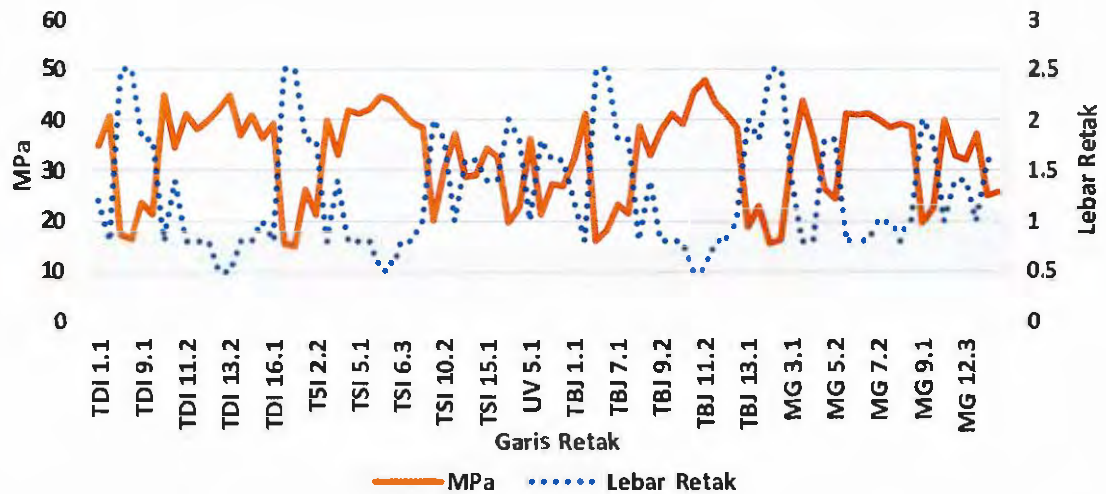
Rajah 4.15
Prestasi garis getak pada struktur tiang menggunakan Rebound Hammer
 Sumber: *Kajian penyelidikan (2018).*

Perincian (Lampiran 4.6) memaparkan rumah kos sederhana mempunyai garis retak yang paling banyak iaitu 54 garis retak (64.3%) pada 25 unit rumah (59.5%), 13 unit daripadanya berada dalam prestasi baik-sangat baik bagi struktur tiangnya kecuali di 12 unit rumah yang berada dalam skala sederhana-lemah iaitu kurang daripada 30 MPa. Manakala terdapat 21 garis retak (25%) pada 11 unit (26.2%) rumah kos rendah, sembilan unit daripadanya (81.8%) telah mencatatkan prestasi yang baik melainkan di unit TSI2 dan MG5 yang berada dalam prestasi sederhana iaitu dibawah bacaan 25 MPa.

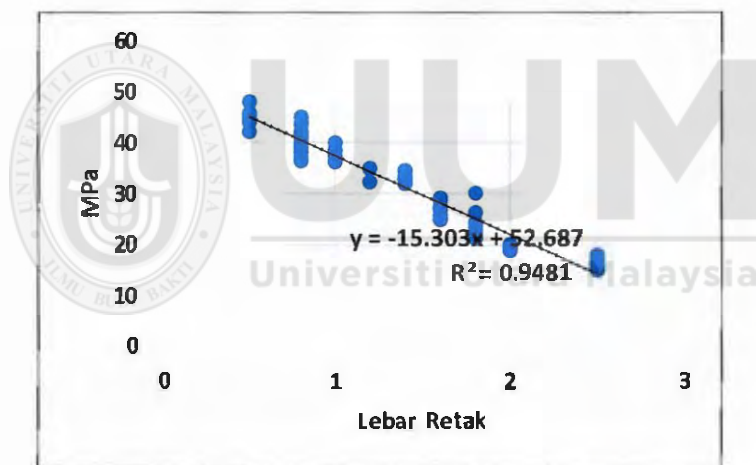
Rumah kategori kos tinggi (14.3%; 6 unit) dengan sembilan garis retak (10.7%) pula telah menunjukkan prestasi berbeza iaitu masing-masing tiga unit berprestasi lemah dan baik-sangat baik. Ini bermakna kategori rumah tidak mempengaruhi prestasi struktur yang lebih baik.

Dapatan daripada 67 unit rumah kajian, 42 unit (62.7%) daripadanya mempunyai 84 kes retak pada struktur tiang. Tiang di bahagian anjung rumah (AT) mencatat 21 kes (25.0%), tiang di ruang tamu 15 kes (17.9%) dan tiang di bahagian ruang dapur (RDT) mencatat 48 garis retak (57.1%). Ini menampakkan bahawa rekabentuk tiang di bahagian dapur yang semestinya menanggung beban tumpu yang tinggi perlu diambil perhatian oleh pengamal binaan. Jika khidmat perunding rekabentuk telah digunakan, besar kemungkinan isu sebegini dapat ditangani.

Rajah 4.16 dan Rajah 4.17 pula memaparkan hubungan antara lebar retak dengan kekuatan mampatan struktur tiang, didapati semakin besar lebar garis retak maka kekuatan mampatan struktur juga semakin merosot. Lebar retak yang melebihi 1.5 mm telah menunjukkan kekuatan mampatan konkrit menghampiri 30 MPa iaitu nilai minimum kekuatan bahan piawai. Nilai R-square 0.9481 membuktikan korelasi perkadaran terus diantara lebar saiz retak berbanding kekuatan mampatan adalah sangat baik. Ini bermakna dapatan kajian berhubung kekuatan mampatan struktur adalah boleh digunapakai jika hanya berpandukan pada saiz lebar retak sahaja.



Rajah 4.16
Lebar Retak dan Kekuatan Mampatan Struktur Tiang Menggunakan Rebound Hammer
 Sumber: Kajian penyelidik (2018).



Rajah 4.17
Lebar Retak Berbanding Kekuatan Mampatan Struktur Tiang Menggunakan Rebound Hammer
 Sumber: Kajian penyelidik (2018).

4.5.1.2 Struktur Lantai

Keputusan penilaian ujian NDT bagi menentukan kekuatan struktur lantai menggunakan Rebound Hammer diringkaskan dalam Lampiran 4.7, bacaan menunjukkan bahawa prestasi konkrit pada struktur lantai adalah sedikit merosot

berbanding struktur tiang dengan nilai purata kekuatan mampatan iaitu 28.37 MPa iaitu merosot sehingga ke skala sederhana dengan purata 1.53 mm lebar retak.

Daripada pemerhatian di lapangan, didapati hanya rumah kos rendah menghadapi masalah terdapat garis retak pada struktur lantai, ini memandangkan kebanyakan rumah pasca ubahsuai telah dilapisi dengan kemasan jubin lantai. Oleh itu, kondisi sebenar bagi unit rumah yang mempunyai kemasan lantai adalah tidak dapat diketahui kondisinya.

Sementara itu 52.4 peratus daripada struktur lantai berada pada prestasi sederhana (11 kes), manakala hanya 38.1 peratus (8 kes) berada pada skala baik dan sangat baik dan selebihnya terdapat sepuluh peratus (2 kes) struktur lantai berada dalam prestasi lemah iaitu merosot sehingga bacaan 15.87 MPa. Daripada 67 unit rumah kajian, hanya sembilan unit (13.4%) daripadanya mempunyai kes retak pada struktur lantai. Lantai di bahagian anjung rumah (AL) mencatat tiga kes (14.3%) dan lantai di bahagian ruang dapur (RDL) mencatat 18 garis retak (85.7%).

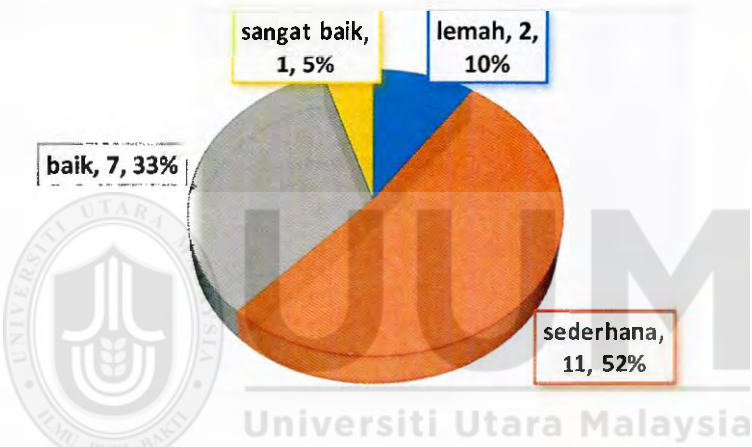
Rajah 4.18 dan Jadual 4.18 menunjukkan hanya lapan (38.0%) daripada 21 garis retak yang terdapat pada sembilan unit rumah mencatatkan nilai MPa (megapascal) yang amat baik iaitu melebihi 30 MPa iaitu prestasi struktur lantai berskala baik dan sangat baik, dengan lebar retak kurang daripada 1.5 mm adalah sebanyak 57.1 peratus (12 garis retak). Sebanyak 42.8 peratus (9 garis retak) adalah berskala besar (>1.5 mm) dengan menunjukkan prestasi struktur lantai berada pada skala sederhana dan lemah iaitu 15.87–22.37 MPa. Hanya satu unit (5%) rumah berskala sangat baik,

manakala tujuh unit (33%) berprestasi baik, 11 unit (52%) berskala sederhana dan dua unit (10%) berprestasi lemah.

Jadual 4.18
Prestasi Garis Retak Pada Struktur Lantai

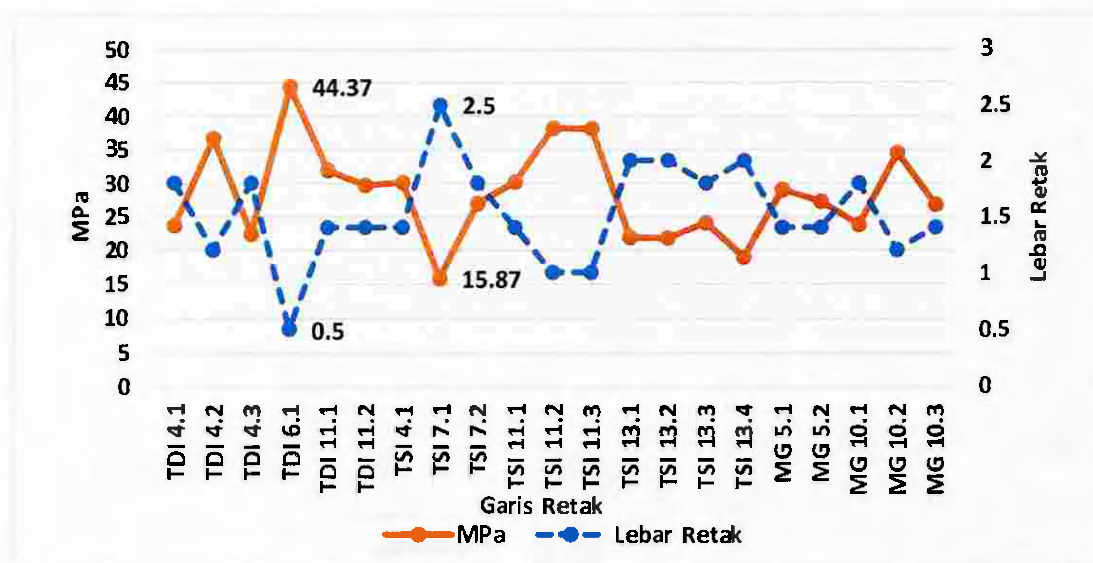
| Pemboleh ubah | TDI | | TSI | | UV | | TBJ | | MG | |
|---------------|----------|------|----------|------|----------|---|----------|---|----------|------|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| Lemah | - | - | 2 | 100 | - | - | - | - | - | - |
| Sederhana | 3 | 27.2 | 4 | 36.4 | - | - | - | - | 4 | 36.4 |
| Baik | 2 | 28.6 | 4 | 57.1 | - | - | - | - | 1 | 14.3 |
| Sangat Baik | 1 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Sumber: *Kajian penyelidikan (2018).*



Rajah 4.18
Prestasi garis retak pada struktur lantai menggunakan Rebound Hammer
 Sumber: *Kajian penyelidikan (2018).*

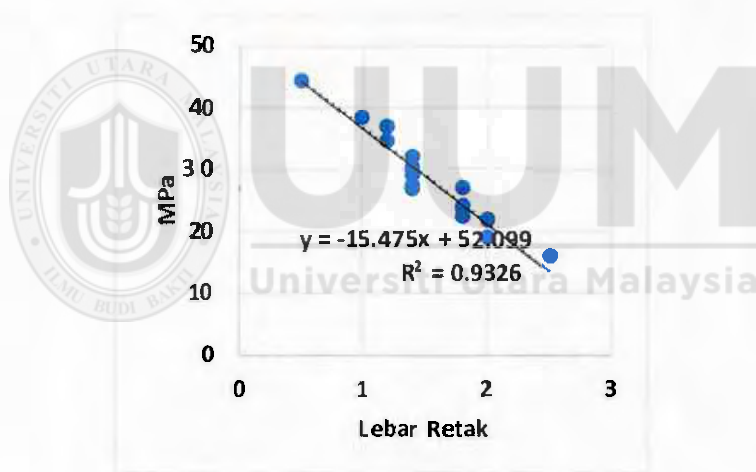
Rajah 4.19 menunjukkan hubungan diantara saiz lebar garis retak berbanding kekuatan mampatan struktur lantai bagi setiap rumah kajian. Rumah TDI6.1 hanya mengalami retak selebar 0.5 mm dengan mencatat kekuatan mampatan 44.37 MPa, manakala rumah TSI7.1 dengan saiz lebar retak 2.5 mm telah mencatat kemerosotan yang ketara dalam aspek kekuatan mampatan iaitu hanya 15.87 MPa iaitu nilai yang sangat lemah.



Rajah 4.19

Lebar Retak dan Kekuatan Mampatan Struktur Lantai Menggunakan Rebound Hammer

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).



Rajah 4.20

Lebar Retak Berbanding Kekuatan Mampatan Struktur Lantai Menggunakan Rebound Hammer

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Rajah 4.20 juga memaparkan bahawa jika lebar retak semakin besar (lebih 1.4 mm) iaitu retak bersaiz sederhana maka, kekuatan mampatan akan semakin merosot. Manakala garis retak yang bersaiz kurang 1.4 mm berada pada kekuatan mampatan melebihi 30 MPa iaitu memenuhi nilai kekuatan piawai. Nilai R-square 0.9326 menghampiri nilai 1.0 iaitu terdapat hubungan signifikan diantara lebar saiz retak

dengan kekuatan mampatan konkrit struktur lantai. Dapatan analisis mendapati semakin besar lebar garis retak maka kekuatan mampatan struktur juga semakin merosot prestasinya.

4.5.1.3 Struktur Rasuk

Lampiran 4.8 memaparkan hanya terdapat sepuluh garis retak pada struktur rasuk direkodkan pada enam buah rumah di tiga taman perumahan. Faktor ini didorong olah permukaan elemen telah dilapisi oleh kemasan siling, apron atau jubin lantai. Walaupun terdapat garis retak pada struktur rasuk namun ia memaparkan prestasi baik dengan lebar garis retak adalah bersaiz sederhana (kurang 1.5 mm) lebar. Didapati kesemua garis retak berada pada prestasi baik iaitu antara 30 hingga 38 MPa dengan purata kekuatan mampatan adalah 35.75 MPa dan purata lebar retak selebar 1.0 mm sahaja (Jadual 4.19; Rajah 4.21).

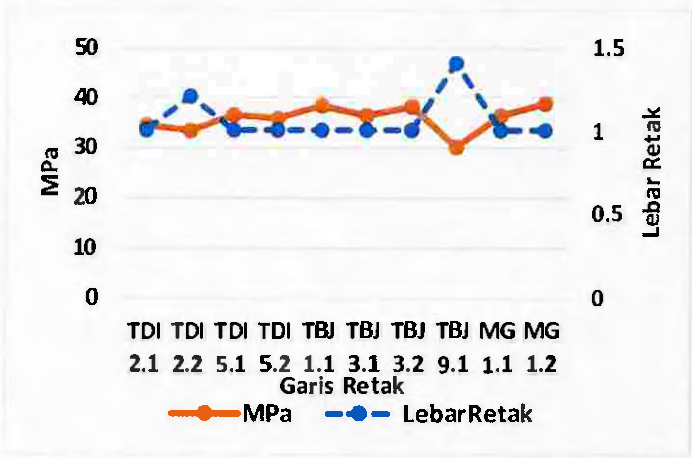
Jadual 4.19
Prestasi Garis Retak Pada Struktur Rasuk

| Pemboleh ubah | TDI | | TSI | | UV | | TBJ | | MG | |
|---------------|----------|------|----------|---|----------|---|----------|------|----------|------|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| Lemah | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sederhana | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Baik | 4 | 40.0 | - | - | - | - | 4 | 40.0 | 2 | 20.0 |
| Sangat Baik | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

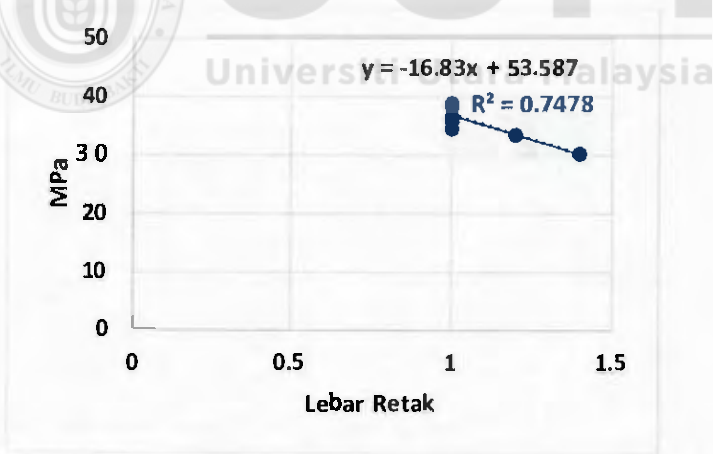
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Daripada 67 unit rumah kajian, hanya enam unit (8.9%) daripadanya mempunyai kes retak pada struktur rasuk. Rasuk di bahagian anjung rumah mencatat enam kes (60.0%), rasuk di bahagian ruang tamu mencatat tiga garis retak (30.0%) dan hanya satu (10.0%) di ruang dapur. Didapati lebih 83 peratus daripadanya adalah kes

keretakan pada rumah kos sederhana. Nilai R^2 0.7478 iaitu terdapat hubungan signifikan diantara lebar saiz retak dengan kekuatan mampatan konkrit struktur rasuk (Rajah 4.22).



Rajah 4.21
Lebar Retak dan Kekuatan Mampatan Struktur Rasuk Menggunakan Rebound Hammer
 Sumber: Kajian penyelidik (2018).



Rajah 4.22
Lebar Retak Berbanding Kekuatan Mampatan Struktur Rasuk Menggunakan Rebound Hammer
 Sumber: Kajian penyelidik (2018).

4.5.1.4 Ringkasan Eksekutif Ujian Menggunakan Rebound Hammer

Setelah dianalisis jumlah kecacatan struktur konkrit, hasil ujian menggunakan Rebound Hammer telah memperolehi kekuatan mampatan bagi setiap struktur konkrit berkenaan beserta penarafan kualiti konkrit berdasarkan BS 1881 bahagian 202. Jadual 4.20 memaparkan 50 unit rumah yang mempunyai keretakan kecuali pada elemen dinding. Lima (10 %) unit rumah berprestasi lemah, 14 (28 %) unit rumah berprestasi sederhana, 22 (44 %) unit rumah berprestasi baik dan sembilan unit rumah berprestasi sangat baik.

Jadual 4.20
Ringkasan Eksekutif Ujian Rebound Hammer

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TDI1 | TDI2 | TDI3 | TDI4 | TDI5 | TDI6 | TDI7 | TDI8 | TDI9 | TDI10 | TDI11 | TDI12 | TDI13 | TDI14 | TDI15 | TDI16 |
| 0 | B | 0 | S | B | SB | 0 | L | S | SB | B | B | SB | B | 0 | B |
| TSI1 | TSI2 | TSI3 | TSI4 | TSI5 | TSI6 | TSI7 | TSI8 | TSI9 | TSI10 | TSI11 | TSI12 | TSI13 | TSI14 | TSI15 | TSI16 |
| L | S | B | B | SB | SB | B | 0 | 0 | S | B | 0 | S | S | B | 0 |
| UV1 | UV2 | UV3 | UV4 | UV5 | UV6 | UV7 | UV8 | UV9 | | | | | | | |
| 0 | 0 | S | 0 | SB | 0 | S | 0 | 0 | | | | | | | |
| TBJ1 | TBJ2 | TBJ3 | TBJ4 | TBJ5 | TBJ6 | TBJ7 | TBJ8 | TBJ9 | TBJ10 | TBJ11 | TBJ12 | TBJ13 | | | |
| B | L | B | 0 | 0 | L | S | B | B | SB | SB | B | S | | | |
| MG1 | MG2 | MG3 | MG4 | MG5 | MG6 | MG7 | MG8 | MG9 | MG10 | MG11 | MG12 | MG13 | | | |
| B | L | B | B | S | SB | B | B | S | S | 0 | B | S | | | |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Ia memaparkan bahawa hampir kesemua unit rumah mengalami keretakan, namun kondisinya masih dalam keadaan terkawal dan memerlukan pemerhatian secara berkala oleh pemilik rumah.

4.5.2 Ujian Menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV)

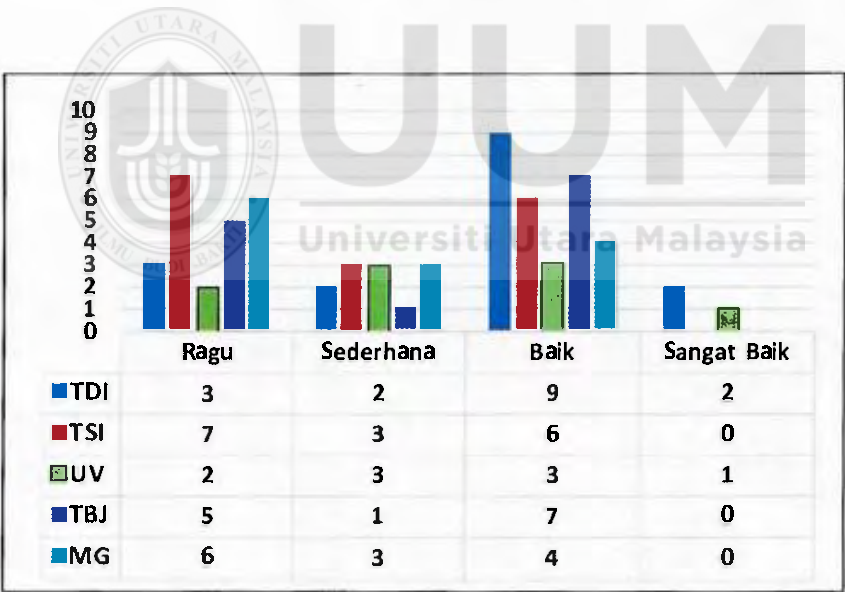
Berdasarkan kaedah pemeriksaan ukur kondisi dengan menggunakan peralatan UPV yang telah dijalankan, elemen struktur lantai, dinding, tiang dan rasuk telah direkodkan nilai halaju denyutan gelombang, kedalaman garis retak dan kekuatan mampatannya. Terdapat 67 buah sampel rumah di lima buah taman perumahan yang mengalami keretakan masing-masing sebanyak 328 garis retak telah dinilai dengan saiz lebar retak antara 0.5 hingga 3.0 mm. Elemen struktur tiang telah dinilai *pulse velocity* (PV) pada 84 garis retak manakala struktur lantai direkodkan 21 garis retak, struktur rasuk 10 garis retak dan 267 garis retak dinilai pada struktur dinding. Penarafan prestasi kekuatan konkrit adalah merujuk BS 1881: Bahagian 203.

4.5.2.1 Struktur Dinding

Memandangkan kekuatan mampatan bagi bongkah bata adalah antara 7 hingga 69 N/mm² bagi bata tanggung beban (*load-bearing brick*) (BS 3921:1985), maka ujian UPV sesuai digunakan bagi dinding bata. Di kebanyakan dinding, lebar retak adalah berbeza dari sekecil 0.5 mm hingga 3 mm manakala kedalaman retak juga berbeza-beza iaitu daripada 4.29 mm hingga 46.84 mm, halaju denyutan PV adalah 1.74 hingga 4.58 km/s. Purata lebar retak pada struktur dinding adalah 1.61 mm dengan

kedalaman garis retak 22.81 mm, PV bernilai 2.99 km/s. Umumnya prestasi struktur dinding masih berkeadaan baik dengan nilai PV menghampiri skala sederhana manakala kekuatan mampatan bahan adalah berskala baik.

Terdapat 267 garis retak (Lampiran 4.9) pada elemen dinding bagi 67 unit rumah (Rajah 4.23) masing-masing 16 unit (23.9%) di TDI, TSI (16 unit; 23.9%), UV (9 unit; 13.4%), TBJ (13 unit; 19.4%) dan 13 unit (19.4%) di MG. Unit TDI3 mempunyai lapan garis retak (terbanyak) manakala secara puratanya kebanyakan rumah mempunyai empat atau lima garis retak pada dindingnya dengan saiz lebar dan dalam yang berbeza.



Rajah 4.23
Prestasi unit rumah pada elemen dinding (UPV)
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Sebanyak 23 unit rumah (34.3%) dengan 110 garis retak (41.2%) pada permukaan elemen dinding berada dalam prestasi ragu (PV <3.0 km/s). 12 unit rumah ((17.9%) beserta 38 garis retak (14.2%) berada di skala sederhana (PV 3.0 - 3.5 km/s), 102 garis retak (38.2%) pada 29 unit rumah (43.3%) beprestasi baik (PV 3.5 - 4.5 km/s)

manakala hanya 17 garis retak (6.4%) bagi tiga unit rumah (4.5%) tergolong dalam prestasi kekuatan dinding sangat baik iaitu melebihi PV 4.5 km/s (Rajah 4.23; Jadual 4.21). Sehubungan itu sebanyak 65 garis retak (24.3%) telah dikenalpasti di TDI, manakala TSI (62 garis; 23.2%), UV (36 garis; 13.5%), TBJ (54 garis; 20.2%) dan MG (50 garis; 18.7%) di Jadual 4.21.

Frekuensi garis retak berskala ragu dan sederhana (59.1%) mengatasi frekuensi garis retak berskala baik dan sangat baik, ini menggambarkan pemilik rumah harus melakukan sesuatu terhadap kediaman mereka seperti melakukan penyelenggaraan yang lebih kerap atau memulihkan prestasi elemen dinding berkenaan. Walau bagaimanapun elemen dinding bukanlah struktur utama berbanding struktur rasuk, lantai dan tiang maka, ia bukanlah sesuatu yang kritikal, namun ia menjejaskan fasad, nilai semasa permis dan akan menyebabkan serangga atau tumbuh-tumbuhan akan hadir serata menjejaskan elemen jika ia tidak diselenggara dengan baik.

Jadual 4.21
Prestasi Garis Retak Pada Elemen Dinding (UPV)

| Pemboleh ubah | TDI | | TSI | | UV | | TBJ | | MG | |
|---------------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| Ragu | 17 | 15.5 | 27 | 24.5 | 18 | 16.4 | 23 | 20.9 | 25 | 22.7 |
| Sederhana | 16 | 42.1 | 7 | 18.4 | 1 | 2.6 | 5 | 13.2 | 9 | 23.7 |
| Baik | 26 | 25.5 | 27 | 26.5 | 12 | 11.8 | 22 | 21.6 | 15 | 14.7 |
| Sangat Baik | 6 | 35.3 | 1 | 5.9 | 5 | 29.4 | 4 | 23.5 | 1 | 5.9 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Perincian (Jadual 4.22) memaparkan rumah kos sederhana mempunyai garis retak yang paling banyak iaitu 144 garis retak (53.9%) pada 35 unit rumah (52.2%), 14 unit (20.9%) berada dalam prestasi baik-sangat baik bagi elemen dinding kecuali

pada 21 unit rumah (31.3%) yang berada dalam skala ragu-sederhana iaitu PV kurang daripada 3.0 km/s.

Jadual 4.22
Prestasi Elemen Dinding Bagi Jenis Rumah (UPV)

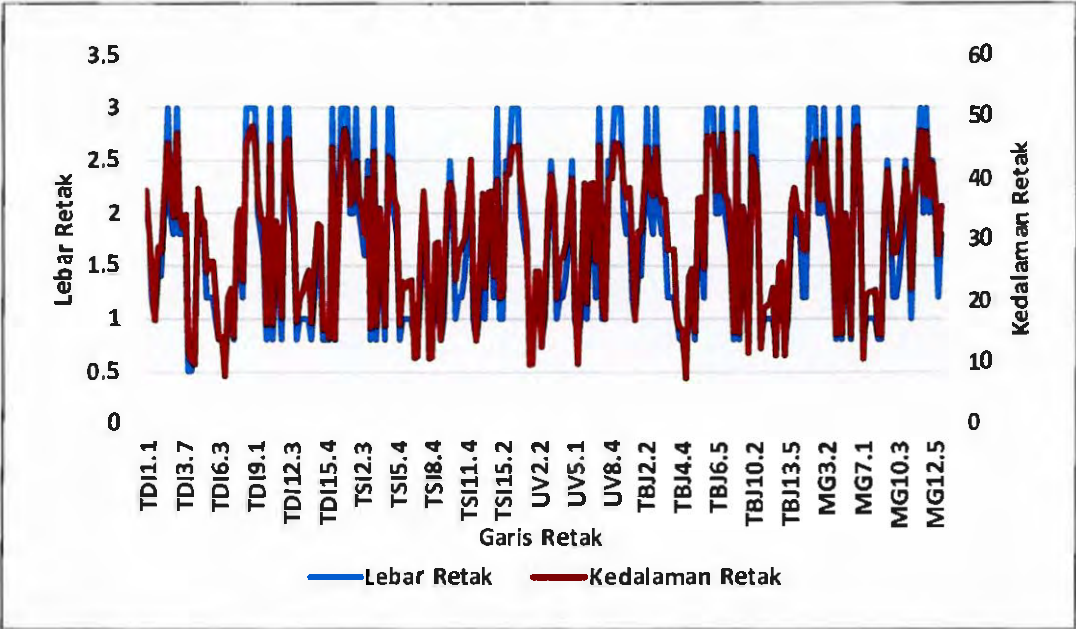
| Pemboleh ubah | Ragu | | Sederhana | | Baik | | Sangat Baik | |
|---------------|----------|------|-----------|------|----------|------|-------------|------|
| | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| Kos Rendah | 6 | 33.3 | 2 | 11.1 | 8 | 44.4 | 2 | 11.1 |
| Kos Sederhana | 13 | 37.1 | 8 | 22.9 | 13 | 37.1 | 1 | 2.9 |
| KosTinggi | 4 | 28.6 | 2 | 14.3 | 7 | 50.0 | 1 | 7.1 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

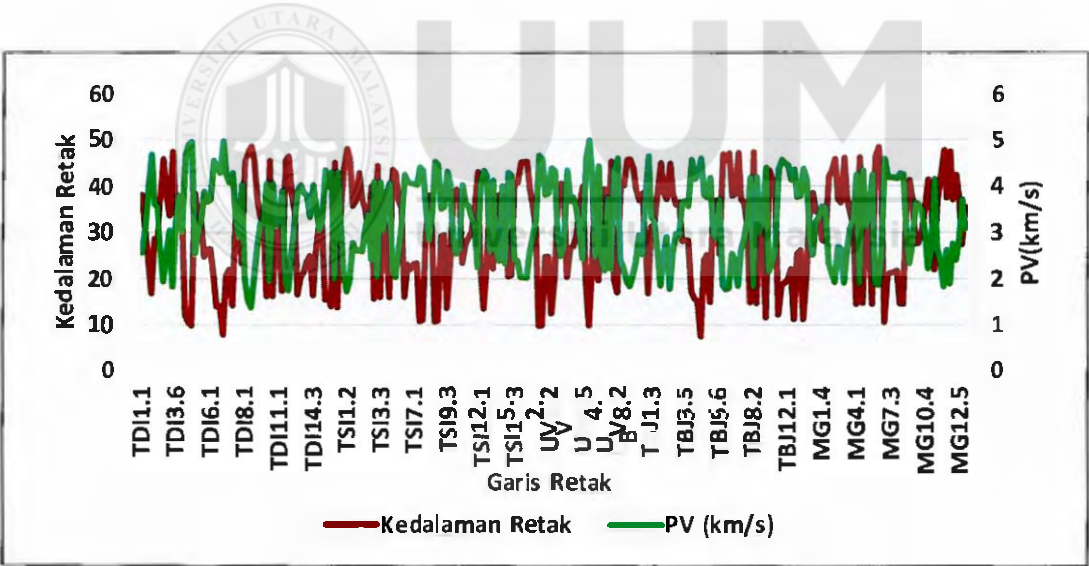
Manakala terdapat 66 garis retak (24.7%) pada 18 unit (26.9%) rumah kos rendah, sepuluh unit daripadanya (14.9%) telah mencatatkan prestasi yang baik-sangat baik melainkan lapan unit (11.9%) yang berada dalam prestasi ragu-sederhana.

Rumah kos tinggi bagaimanapun menunjukkan prestasi yang hampir seimbang iaitu lapan unit rumah (11.9%) berada dalam prestasi baik-sangat baik berbanding enam unit (9.0%) berprestasi ragu-sederhana dengan jumlah 57 garis retak.

Apabila saiz garis retak pada elemen dinding melebihi 2.5 mm lebar maka, kedalaman garis retak berkenaan akan mencecah lebih 40 mm. Kedalaman garis retak juga mempengaruhi bacaan PV iaitu ia akan menurun sehingga ke skala sederhana iaitu kurang 3.0 km/s (Rajah 4.24; Rajah 4.25).

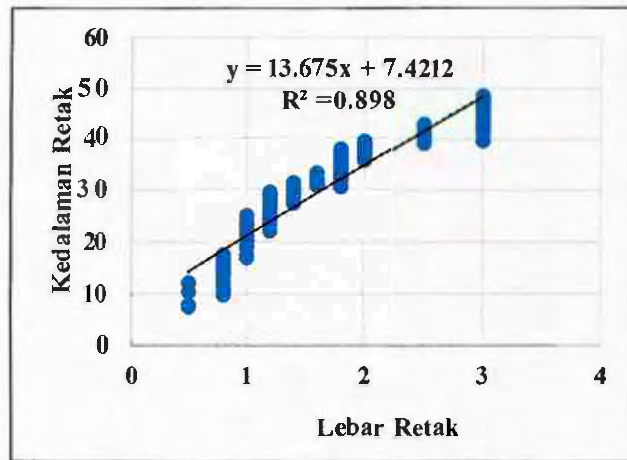


Rajah 4.24
Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV
 Sumber: Kajian penyelidik (2018).

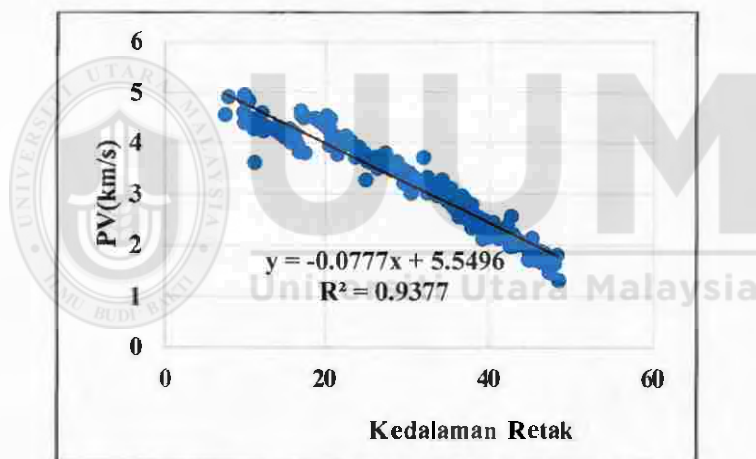


Rajah 4.25
PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV
 Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Kolerasi R-square hubungan kedalaman dan lebar retak adalah bernilai 0.898 (Rajah 4.26; Rajah 4.27) serta kolerasi kedalaman retak dan nilai PV adalah 0.9377 iaitu menghampiri nilai 1.0, iaitu nilai yang boleh diterima.

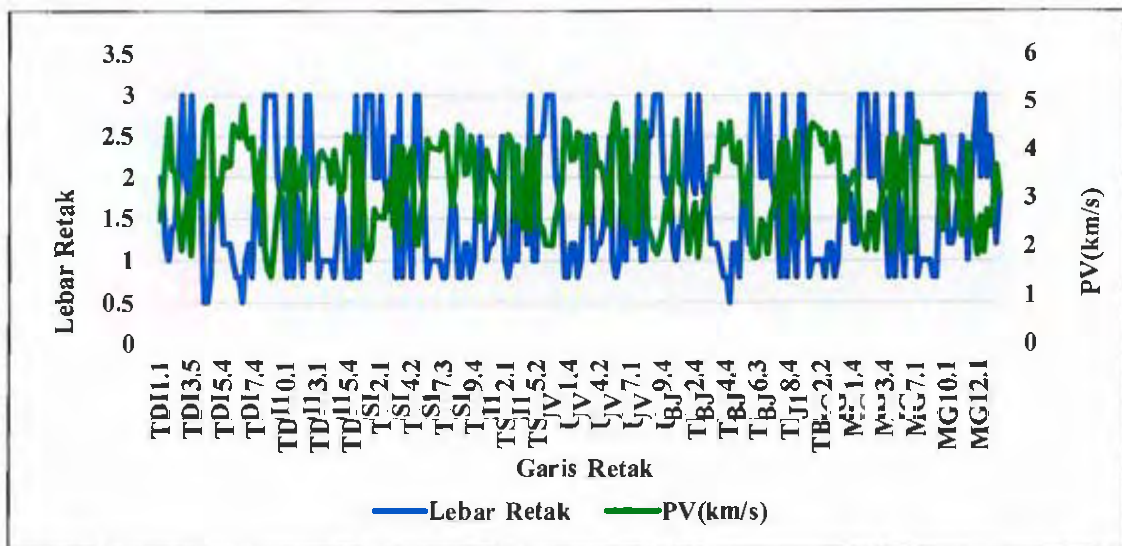


Rajah 4.26
Kolerasi Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).



Rajah 4.27
Kolerasi PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Rajah 4.28 dan Rajah 4.29 menunjukkan apabila saiz lebar garis retak pada elemen dinding melebihi 2 mm maka, bacaan PV berkenaan juga akan menurun sehingga ke skala sederhana iaitu PV kurang 3.0 km/s. Kolerasi R-square hubungan lebar garis retak dan nilai PV adalah bernilai 0.9125.



Rajah 4.28

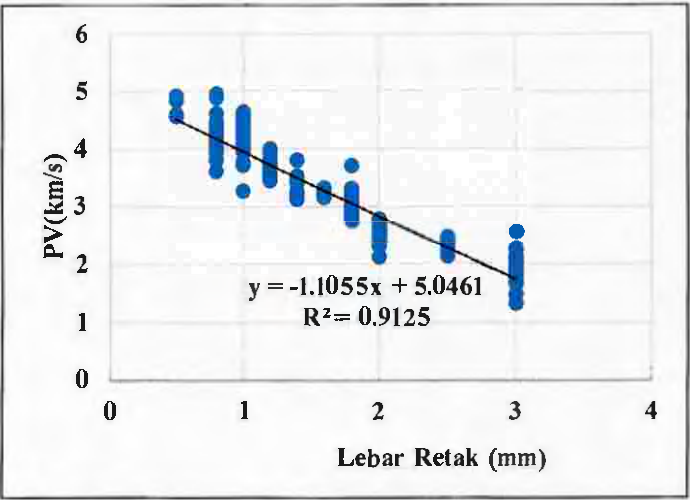
Lebar Garis Retak dan PV Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

4.5.2.2 Struktur Tiang

Sebanyak 84 garis retak dengan kedalaman maksima 2.5 mm telah diperolehi hasil daripada pemeriksaan ukur kondisi di 42 unit rumah (Lampiran 4.10). Didapati kedalaman garis retak adalah agak ketara dengan kedalaman hampir 29.6 mm pada unit MG2.2 serta nilai PV terendah pada unit TBJ6.1 iaitu dengan bacaan 1.94 km/s pada skala ragu. Namun begitu nilai purata PV bagi struktur dinding adalah 3.09 km/s dengan purata saiz lebar retak 1.29 mm dan kedalaman garis retak 16.1 mm, namun ia masih berada di skala sederhana.

Daripada 84 garis retak pada struktur tiang bagi 42 unit rumah masing-masing 17 (20.2%) garis retak pada sembilan unit (21.4%) di TDI, manakala 21 (25.0%) garis retak di TSI (11 unit; 26.2%), hanya tiga (3.6%) garis retak di UV (6 unit; 7.1%), 18 (21.4%) garis retak pada TBJ (9 unit; 21.4%) dan 22 (26.2%) garis retak di 10 unit (23.8%) MG (Rajah 4.29).

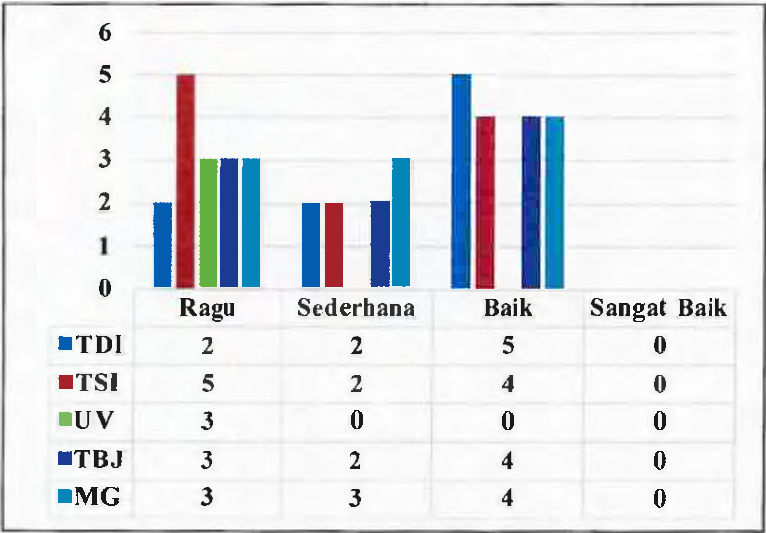


Rajah 4.29
Kolerasi PV dan Lebar Garis Retak Pada Elemen Dinding Menggunakan UPV
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Jadual 4.23
Prestasi Struktur Tiang (UPV)

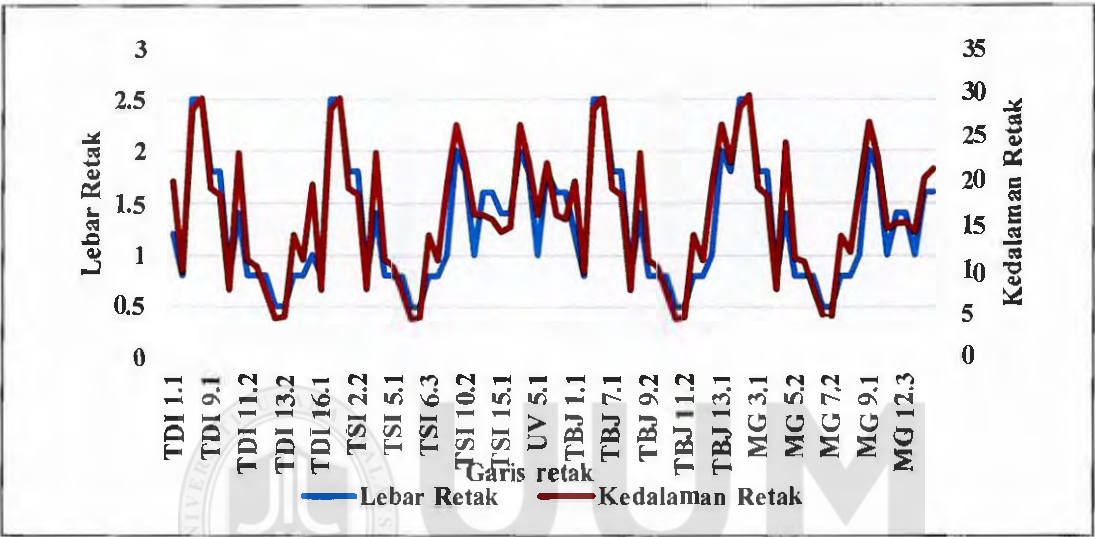
| Pemboleh ubah | TDI | | TSI | | UV | | TBJ | | MG | |
|---------------|-----|------|-----|------|----|------|-----|------|----|------|
| | f | % | f | % | f | % | f | % | f | % |
| Ragu | 5 | 12.8 | 11 | 28.2 | 5 | 12.8 | 7 | 17.9 | 11 | 28.2 |
| Sederhana | 2 | 28.6 | 2 | 28.6 | 1 | 14.3 | 1 | 14.3 | 1 | 14.3 |
| Baik | 10 | 26.3 | 8 | 21.1 | - | - | 10 | 26.3 | 10 | 26.3 |
| Sangat Baik | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

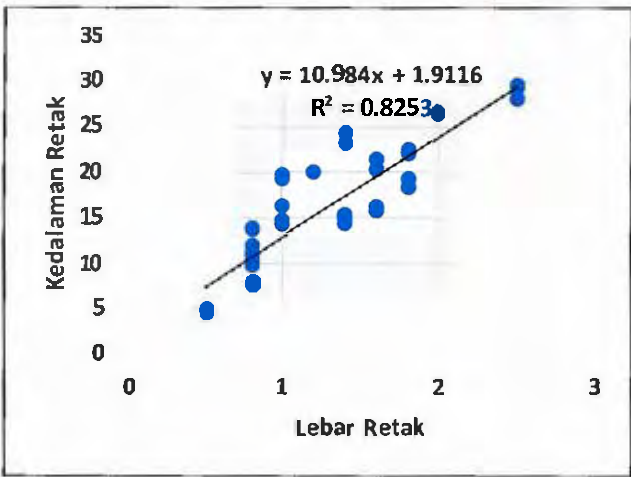


Rajah 4.30
Prestasi unit rumah pada struktur tiang (UPV)
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Sebanyak 16 unit rumah (38.1%) dengan 39 garis retak (46.4%) pada permukaan struktur tiang berada dalam prestasi ragu (PV kurang 3.0 km/s). Sembilan unit rumah (21.4%) beserta tujuh garis retak (8.3%) berada di skala sederhana (PV 3.0 - 3.5 km/s) dan 38 garis retak (45.2%) pada 19 unit rumah (45%) beprestasi baik (PV 3.5 - 4.5 km/s) di Jadual 4.23 dan Rajah 4.30.

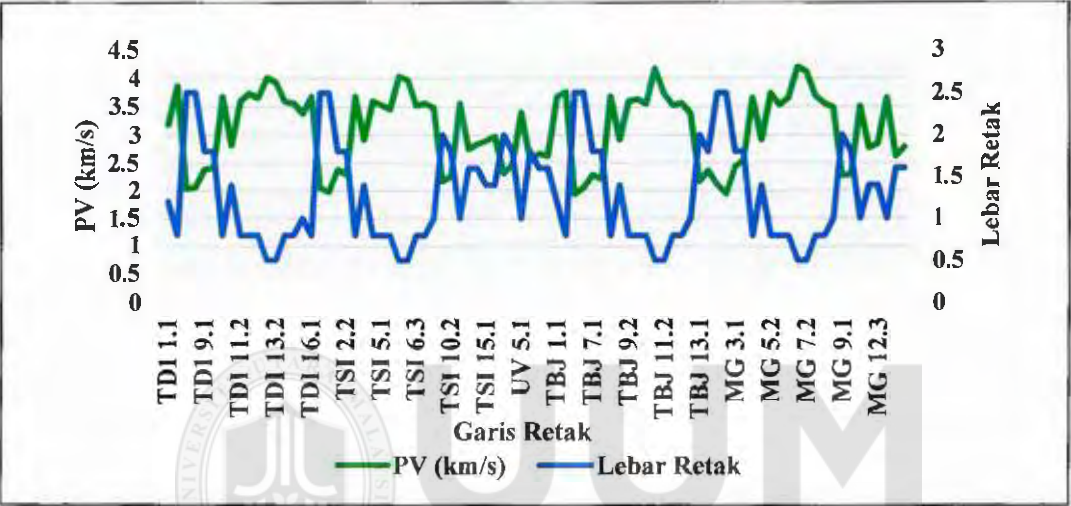


Rajah 4.31
Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV
 Sumber: Kajian penyelidik (2018).



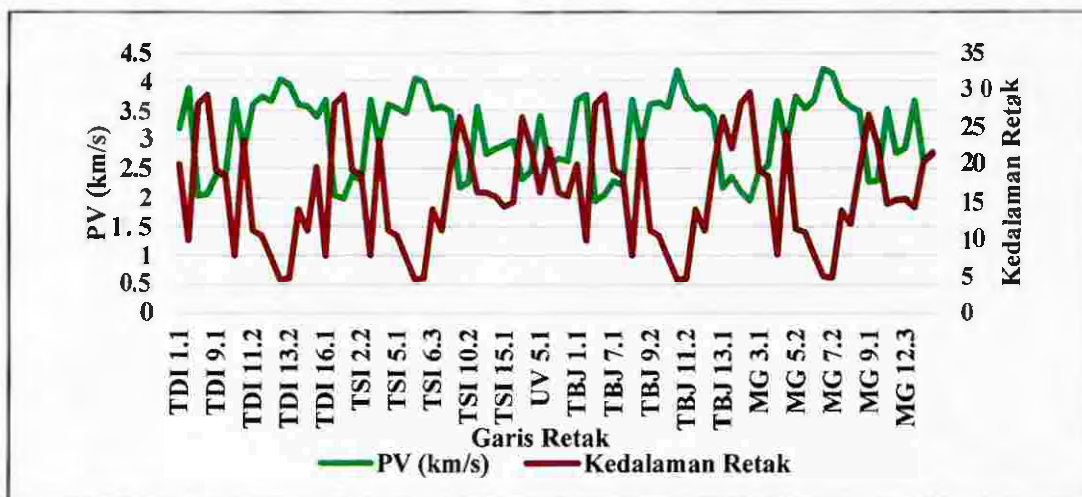
Rajah 4.32
Kolerasi Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV
 Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Apabila lebar garis retak mencecah 2.5 mm maka kedalaman garis retak akan mencecah 30.0 mm dalam begitu juga sebaliknya apabila lebar retak kurang daripada 1.0 mm maka kedalaman retak juga menunjukkan nilai kurang daripada 10.0 mm. Ia berkadaran terus antara lebar dan kedalaman garis retak sebagaimana nilai R-square 0.8253 (Rajah 4.31; Rajah 4.32).



Rajah 4.33
Kolerasi Lebar Garis Retak dan PV Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Kolerasi lebar, kedalaman garis retak dan nilai PV adalah positif, iaitu apabila lebar garis retak kurang daripada 2.0 mm, maka nilai PV mencatat nilai lebih 3.5 km/s (prestasi baik) manakala apabila kedalaman retak kurang daripada 15.0 mm, nilai PV adalah lebih 3.5 km/s. Begitu juga nilai sebaliknya apabila lebih 2.0 mm maka nilai PV akan terus merosot hingga ke prestasi ragu. Ia selari dengan unjuran apabila kedalaman retak melebihi 15.0 mm maka nilai PV akan menurun ke skala ragu iaitu kurang daripada 3.0 km/s (Rajah 4.33; Rajah 4.34).

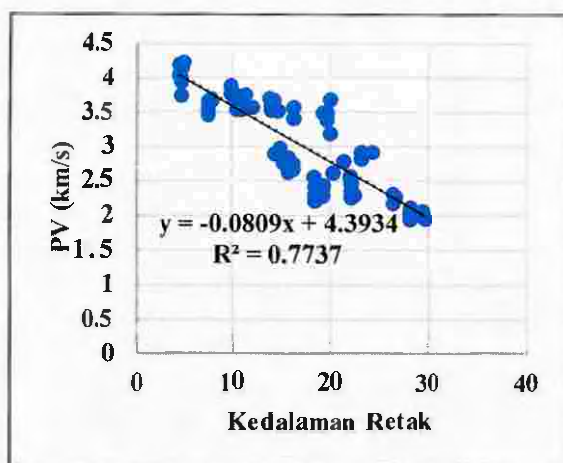


Rajah 4.34

PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

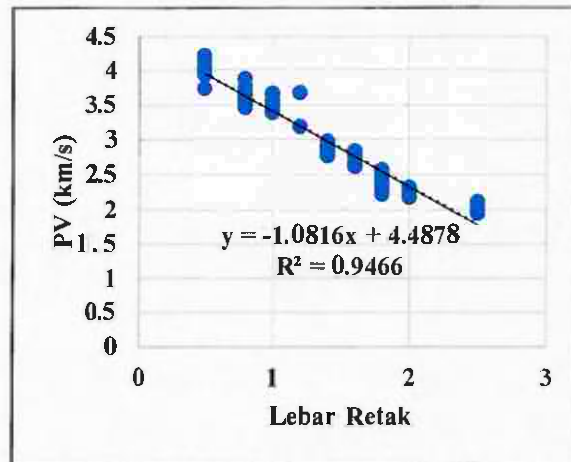
Kolerasi positif ini dikukuhkan lagi apabila nilai R-square menunjukkan nilai 0.7737 dan 0.9466 masing-masing bagi kolerasi PV kedalaman garis retak dan PV lebar garis retak (Rajah 4.35; Rajah 4.36). Ini bermakna kelebaran retak mempengaruhi kedalaman dan nilai PV struktur tiang, iaitu sekiranya lebarnya melebihi 1.5 mm maka, lebar retak akan mencecah 20 mm lebar dengan nilai PV 3.0 km/s.



Rajah 4.35

Kolerasi PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV.

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).



Rajah 4.36
Kolerasi PV dan Lebar Garis Retak Pada Struktur Tiang Menggunakan UPV
Sumber: Kajian penyelidik (2018).

4.5.2.3 Struktur Lantai

Daripada hasil UPV terhadap struktur lantai, sebanyak 21 (7.9%) garis retak telah direkodkan pada sembilan (13.4%) unit rumah (Lampiran 4.11). Didapati lebar garis retak yang paling ketara adalah bersaiz 2.5 mm lebar, ia dikategorikan sebagai bersaiz besar dengan kedalaman retak yang membimbangkan iaitu 44.8 mm dalam di rumah TSI 7.1 dengan nilai PV 1.74 km/s, iaitu nilai terendah. Purata lebar garis retak adalah 1.5 mm dengan kedalaman 27.1 mm beserta nilai PV 3.2 km/s iaitu di dalam julat prestasi sederhana.

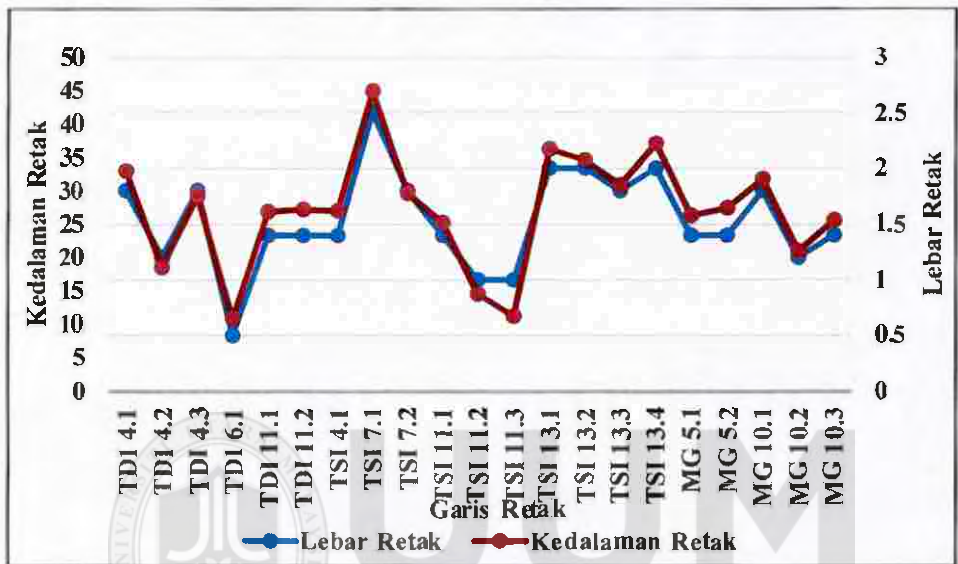
Perincian garis retak pada struktur lantai masing-masing enam (28.6%) garis retak pada tiga unit (33.3%) di TDI, sepuluh (47.6%) garis retak di TSI (4 unit; 44.4%) dan hanya lima (23.8%) garis retak di MG (2 unit; 22.2%), 18 (21.4%). Hanya enam (28.6%) daripada 21 garis retak berskala baik-sangat baik manakala 15 (71.4%) garis retak berada dalam kondisi prestasi ragu-sederhana (Jadual 4.24).

Jadual 4.24

Prestasi Garis Retak Pada Struktur Lantai (UPV)

| Pemboleh ubah | TDI | | TSI | | UV | | TBJ | | MG | |
|---------------|-----|------|-----|------|----|---|-----|---|----|------|
| | f | % | f | % | f | % | f | % | f | % |
| Ragu | 2 | 22.2 | 6 | 66.7 | - | - | - | - | 1 | 11.1 |
| Sederhana | 2 | 33.3 | 1 | 16.7 | - | - | - | - | 3 | 50 |
| Baik | 1 | 20 | 3 | 60 | - | - | - | - | 1 | 20 |
| Sangat Baik | 1 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - |

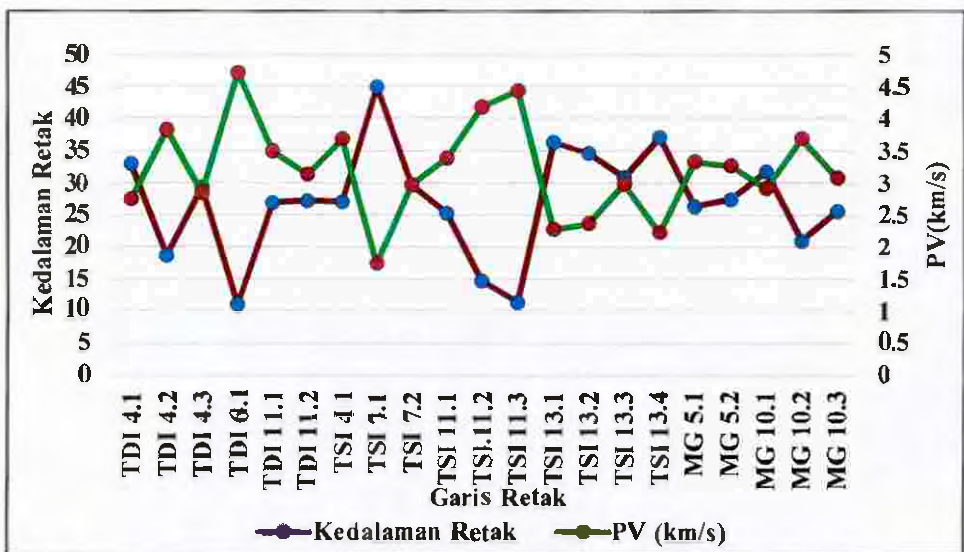
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).



Rajah 4.37

Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

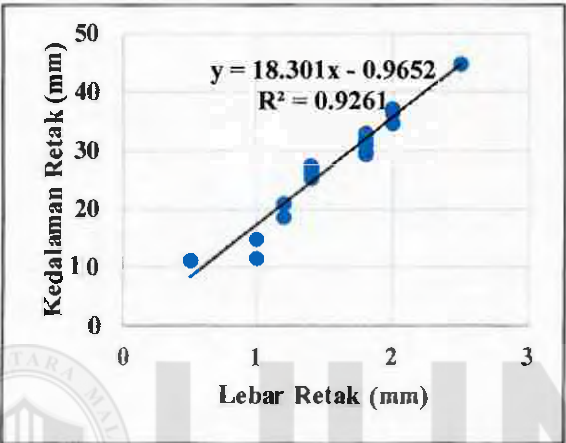


Rajah 4.38

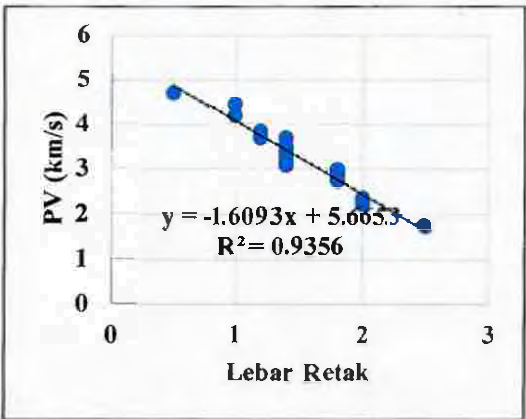
PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Namun begitu Rajah 4.37 dan Rajah 4.38 menzahirkan bahawa apabila lebar garis retak melebihi 1.5 mm maka kedalaman garis retak adalah melebihi 25 mm dengan nilai kolerasi R-square 0.9261. Begitu juga apabila lebar retak melebihi 1.5 mm maka nilai PV pada skala ragu iaitu kurang daripada 3.0 km/s (Rajah 4.39; Rajah 4.40) dengan nilai kolerasi R-square 0.9356.

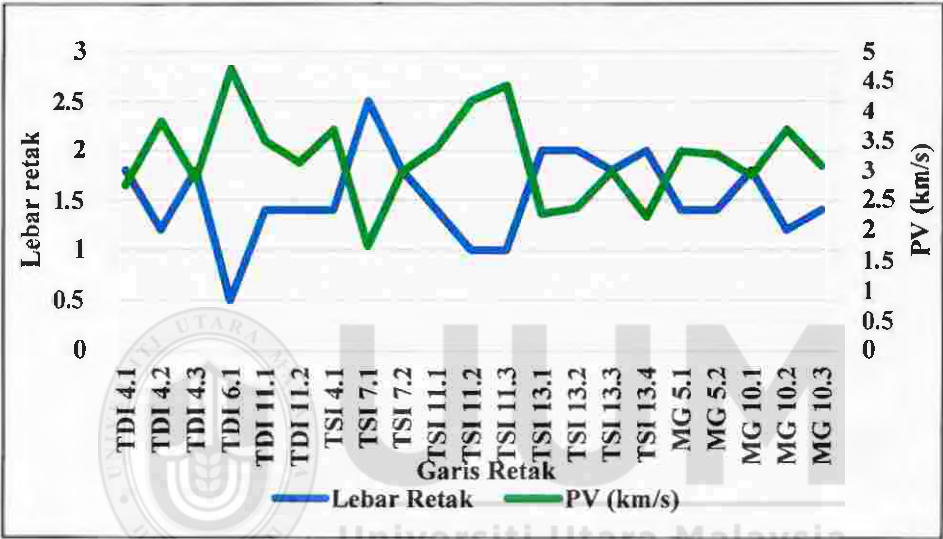


Rajah 4.39
Kolerasi Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV
Sumber: Kajian penyelidik (2018).

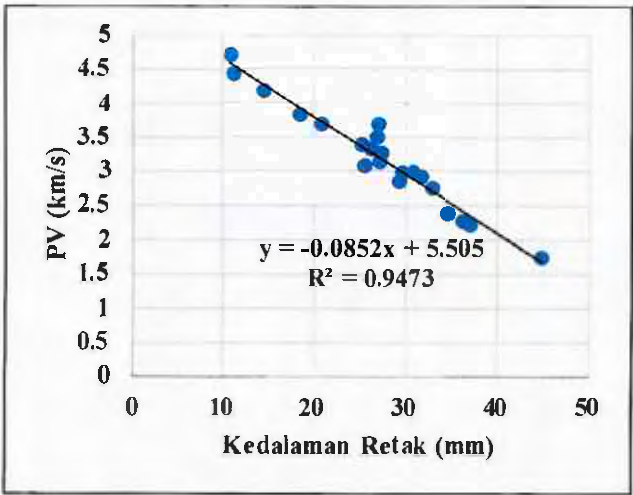


Rajah 4.40
Kolerasi PV dan Lebar Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV
Sumber: Kajian penyelidik (2018).

Rajah 4.41 pula memaparkan bahawa apabila kedalaman garis retak mencapai 30 mm maka nilai PV akan menyusut ke skala ragu iaitu dibawah 3.0 km/s. Nilai kolerasi R-square bagi kolerasi PV dan kedalaman garis retak adalah 0.9473 (Rajah 4.42) yang bermaksud semakin dalam garis retak maka semakin rendah nilai PV, ia bermakna prestasi kekuatan konkrit pada struktur lantai semakin lemah.



Rajah 4.41
PV dan Lebar Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV
 Sumber: Kajian penyelidik (2018).



Rajah 4.42
Kolerasi PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Lantai Menggunakan UPV
 Sumber: Kajian penyelidik (2018).

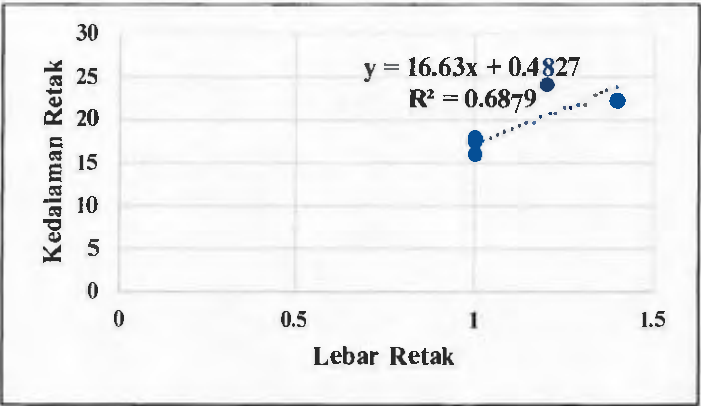
4.5.2.4 Struktur Rasuk

Hanya terdapat sepuluh garis retak ketara pada rasuk dengan purata lebar garis retak 1.0 mm (Lampiran 4.12) masing-masing seunit rumah di MG, dua unit rumah di TDI dan tiga unit rumah di TBJ. Lima unit rumah berprestasi sederhana dan hanya seunit rumah berprestasi ragu. Namun begitu purata PV adalah 3.39 km/s (skala sederhana) dengan kedalaman garis retak 18.1 mm (Jadual 4.25). Keputusan kedua-dua pemeriksaan visual dan pengukuran instrumental tidak menunjukkan bahawa banyak pembangunan retak berlaku di perumahan kos sederhana pada bahagian anjung kereta (3 unit rumah).

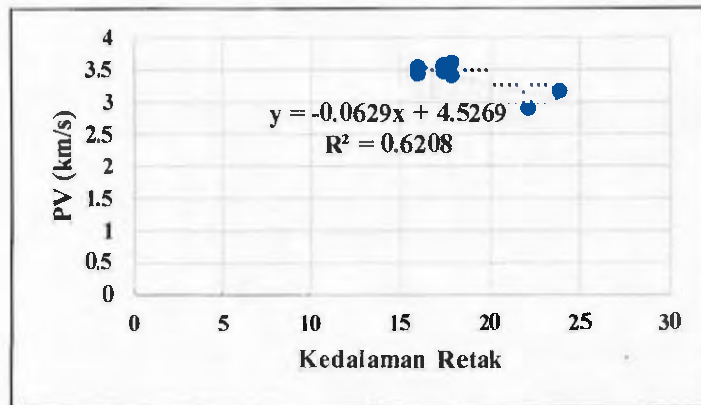
Jadual 4.25
Prestasi Garis Retak Pada Struktur Rasuk (UPV)

| Pemboleh ubah | TDI | | TSI | | UV | | TBJ | | MG | |
|---------------|-----|----|-----|---|----|---|-----|-----|----|----|
| | f | % | f | % | f | % | f | % | f | % |
| Ragu | - | - | - | - | - | - | 1 | 100 | - | - |
| Sederhana | 2 | 40 | - | - | - | - | 2 | 40 | 1 | 20 |
| Baik | 2 | 50 | - | - | - | - | 1 | 25 | 1 | 25 |
| Sangat Baik | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Sumber: Kajian penyelidik (2018).



Rajah 4.43
Kolerasi Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV
Sumber: Kajian penyelidik (2018).

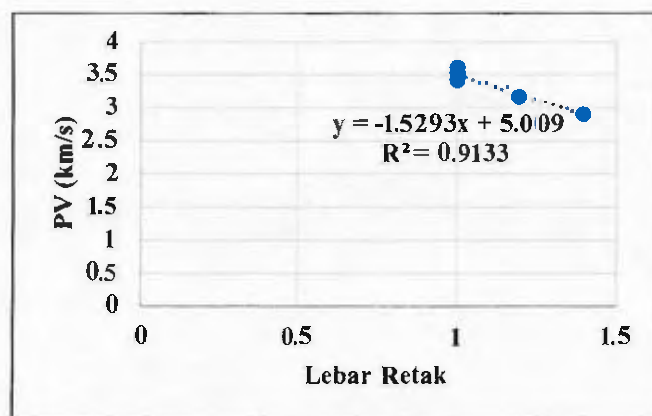


Rajah 4.44

Kolerasi PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

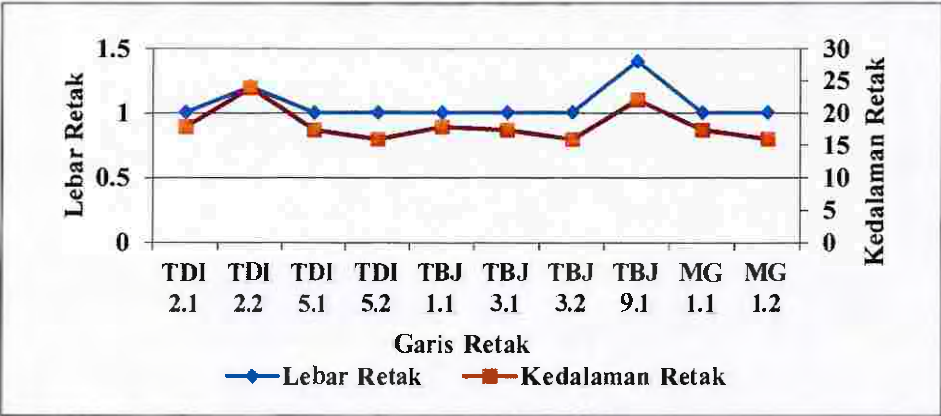
Kolerasi R-square bagi lebar dan kedalaman garis retak ialah 0.6879, kolerasi PV dan kedalaman garis retak 0.6208 serta kolerasi PV dan kedalaman garis retak 0.9133. ia menggambarkan bahawa apabila lebar retak semakin membesar maka kedalaman garis retak akan bertambah serta nilai PV akan semakin mengecil (Rajah 4.43; 4.44 dan 4.45). Lebar garis retak kurang 1 mm maka kedalaman retak adalah 20.0 mm (Rajah 4.46; 4.47 dan 4.48) dan kedalaman garis retak kurang 20.0 mm nilai PV adalah sekitar 3.0 km/s (skala sederhana).



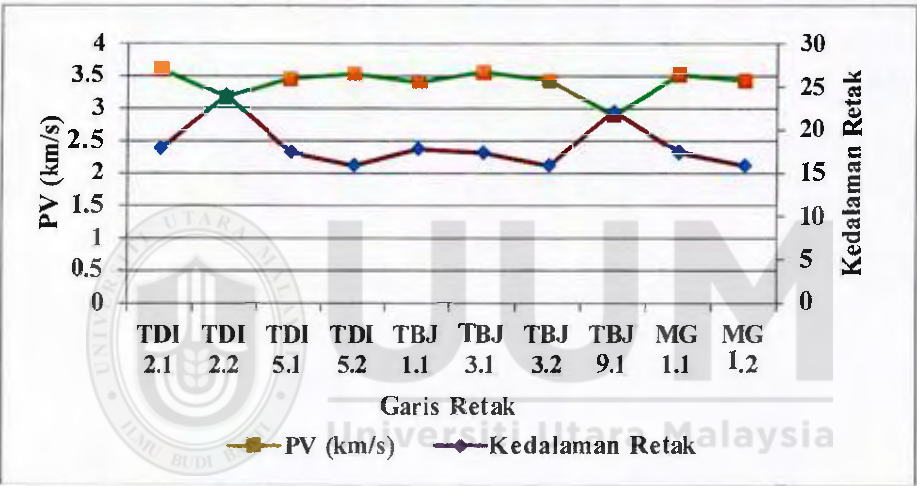
Rajah 4.45

Kolerasi PV dan Lebar Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV

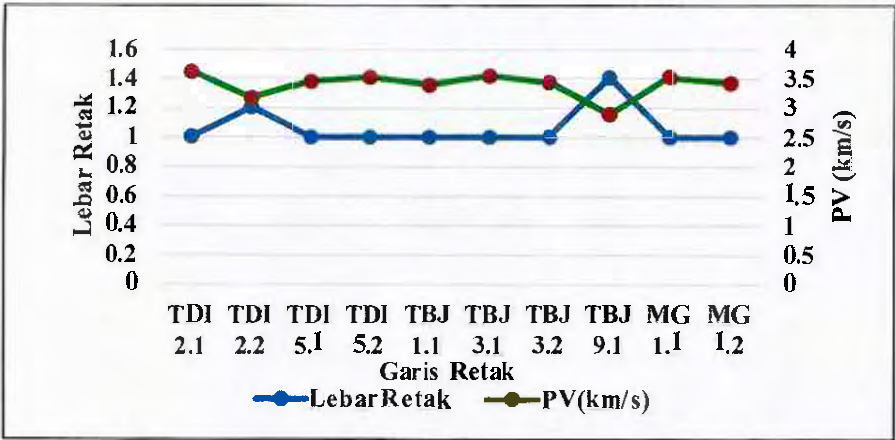
Sumber: Kajian penyelidikan (2018).



Rajah 4.46
Lebar dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV
 Sumber: Kajian penyelidikan (2018).



Rajah 4.47
PV dan Kedalaman Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV
 Sumber: Kajian penyelidikan (2018).



Rajah 4.48
PV dan Lebar Garis Retak Pada Struktur Rasuk Menggunakan UPV
 Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

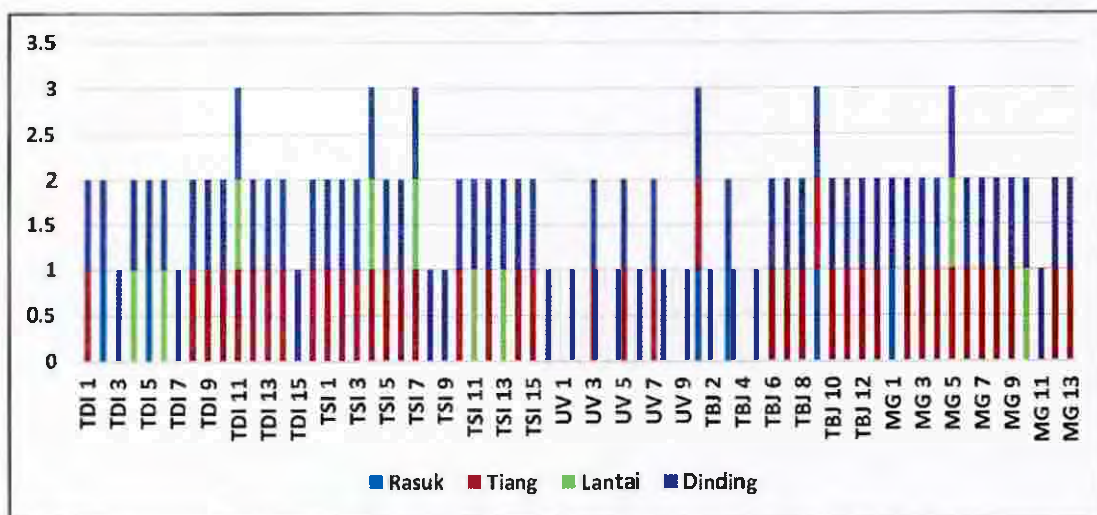
Jadual 4.26
Ringkasan Eksekutif Ujian UPV

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| TD1 | TD2 | TD3 | TD4 | TD5 | TD6 | TD7 | TD8 | TD9 | TD10 | TD11 | TD12 | TD13 | TD14 | TD15 | TD16 |
| B | B | R | B | S | B | B | R | R | S | S | R | B | B | B | B |
| TS1 | TS2 | TS3 | TS4 | TS5 | TS6 | TS7 | TS8 | TS9 | TS10 | TS11 | TS12 | TS13 | TS14 | TS15 | TS16 |
| R | R | S | B | R | B | B | B | B | R | S | B | R | R | S | R |
| UV1 | UV2 | UV3 | UV4 | UV5 | UV6 | UV7 | UV8 | UV9 | | | | | | | |
| B | B | R | S | B | S | R | S | R | | | | | | | |
| TBJ1 | TBJ2 | TBJ3 | TBJ4 | TBJ5 | TBJ6 | TBJ7 | TBJ8 | TBJ9 | TBJ10 | TBJ11 | TBJ12 | TBJ13 | | | |
| B | R | S | B | B | R | R | S | S | R | B | B | S | | | |
| MG1 | MG2 | MG3 | MG4 | MG5 | MG6 | MG7 | MG8 | MG9 | MG10 | MG11 | MG12 | MG13 | | | |
| S | R | R | S | S | R | B | B | R | S | R | R | S | | | |

Sumber: *Kajian penyelidik (2018).*

4.5.2.5 Ringkasan Eksekutif Ujian Menggunakan UPV

Hasil pemeriksaan kondisi dengan menggunakan peralatan UPV pada struktur rumah yang mempunyai garis retak di lapangan adalah seperti pada Jadual 4.26. Melalui ringkasan eksekutif didapati 25 (37.3 %) unit rumah berprestasi baik, 18 (26.8 %) unit rumah mengalami kecacatan berskala sederhana manakala 24 (35.8%) unit rumah menunjukkan struktur konkrit berprestasi kritikal (Lampiran 5).



Rajah 4.49

Taburan garis retak pada setiap elemen struktur unit rumah.

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Jadual 4.27

Ringkasan Eksekutif Bersepadu Prestasi Rumah Pasca Pengubahsuaian.

| Rumah | Lebar Retak (mm) | Skor | | | Purata Skor Prestasi |
|--------|---------------------|------|----|-----|-------------------------|
| | | BCA | Rb | UPV | |
| TDI 6 | 0.8 | 12 | 1 | 6 | 6 |
| TSI9 | 1.05 | 10 | 0 | 9 | 6 |
| TDI 7 | 1.3 | 10 | 0 | 9 | 6 |
| TSI6 | 0.77 | 12 | 2 | 8 | 7 |
| UV2 | 1.05 | 14 | 0 | 8 | 7 |
| TSI 8 | 1.25 | 11 | 0 | 9 | 7 |
| TDI 15 | 1.25 | 11 | 0 | 10 | 7 |
| UV 1 | 1.25 | 14 | 0 | 8 | 7 |
| TDI 13 | 0.77 | 12 | 4 | 8 | 8 |
| TBJ 11 | 0.77 | 18 | 0 | 7 | 8 |
| TBJ 4 | 0.86 | 18 | 0 | 7 | 8 |
| TDI 10 | 1.44 | 11 | 1 | 11 | 8 |
| TBJ 12 | 0.92 | 13 | 6 | 8 | 9 |
| TSI 12 | 0.95 | 12 | 7 | 8 | 9 |
| TDI 14 | 0.97 | 11 | 6 | 10 | 9 |
| TBJ5 | 1.33 | 17 | 0 | 10 | 9 |
| TDI 16 | 1.44 | 11 | 6 | 10 | 9 |
| TSI 3 | 1.44 | 10 | 6 | 12 | 9 |
| TDI 1 | 1.5 | 12 | 6 | 10 | 9 |
| UV4 | 1.62 | 15 | 0 | 13 | 9 |
| UV 8 | 1.75 | 16 | 0 | 11 | 9 |
| MG8 | 0.9 | 16 | 6 | 8 | 10 |
| MG7 | 0.93 | 18 | 6 | 7 | 10 |
| TBJ 1 | 1.14 | 14 | 7 | 10 | 10 |
| TSI 4 | 1.16 | 11 | 8 | 10 | 10 |
| TDI2 | 1.17 | 11 | 8 | 10 | 10 |
| TDI 11 | 1.2 | 12 | 8 | 11 | 10 |
| TDI5 | 1.43 | 12 | 7 | 12 | 10 |
| TSI 11 | 1.44 | 12 | 8 | 11 | 10 |

| | | | | | |
|--------|------|----|----|----|----|
| UV6 | 1.67 | 16 | 0 | 14 | 10 |
| TDI4 | 1.1 | 12 | 12 | 8 | 11 |
| UV 5 | 1.12 | 13 | 11 | 8 | 11 |
| TBJ9 | 1.16 | 12 | 9 | 11 | 11 |
| TSI 7 | 1.21 | 13 | 10 | 10 | 11 |
| MG1 | 1.43 | 14 | 7 | 12 | 11 |
| MG4 | 1.44 | 14 | 7 | 11 | 11 |
| TBJ8 | 1.44 | 16 | 6 | 12 | 11 |
| TSI 5 | 1.9 | 12 | 4 | 16 | 11 |
| TSI 15 | 1.93 | 12 | 9 | 13 | 11 |
| MG 11 | 2.1 | 15 | 0 | 17 | 11 |
| UV9 | 2.46 | 15 | 0 | 19 | 11 |
| TBJ 3 | 1.43 | 16 | 7 | 13 | 12 |
| MG5 | 1.43 | 14 | 12 | 11 | 12 |
| MG3 | 1.77 | 13 | 6 | 17 | 12 |
| TDI 12 | 1.9 | 13 | 6 | 16 | 12 |
| TBJ 10 | 1.92 | 15 | 5 | 16 | 12 |
| MG6 | 1.92 | 16 | 4 | 17 | 12 |
| TDI3 | 2.15 | 18 | 0 | 17 | 12 |
| TSI 16 | 2.75 | 15 | 0 | 20 | 12 |
| MG 13 | 1.44 | 14 | 11 | 14 | 13 |
| MG 10 | 1.56 | 14 | 11 | 14 | 13 |
| TSI 14 | 1.88 | 11 | 11 | 16 | 13 |
| MG 12 | 1.91 | 15 | 8 | 17 | 13 |
| TSI 10 | 1.85 | 11 | 13 | 17 | 14 |
| UV7 | 1.88 | 14 | 11 | 17 | 14 |
| TDI9 | 2 | 12 | 14 | 17 | 14 |
| TSI 2 | 2.07 | 12 | 14 | 17 | 14 |
| TBJ 13 | 1.4 | 17 | 15 | 12 | 15 |
| TSI 13 | 1.83 | 14 | 15 | 17 | 15 |
| UV 3 | 1.85 | 13 | 15 | 16 | 15 |
| TBJ7 | 2 | 14 | 14 | 18 | 15 |
| MG9 | 2.02 | 15 | 15 | 18 | 16 |
| TBJ2 | 2.36 | 17 | 16 | 19 | 17 |
| TSI 1 | 2.57 | 14 | 18 | 20 | 17 |
| MG2 | 2.57 | 15 | 18 | 19 | 17 |
| TBJ6 | 2.57 | 16 | 17 | 20 | 18 |
| TDI 8 | 2.8 | 15 | 17 | 21 | 18 |
| Purata | 2 | 14 | 7 | 13 | 11 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018)

4.6 Rumusan Bab

Rumusan daripada dapatan pemeriksaan ukur kondisi secara visual dan menggunakan peralatan *Rebound Hammer* dan UPV pada struktur utama dan elemen dinding menunjukkan trend signifikan atau perkadaran terus apabila saiz lebar retak semakin membesar maka kedalaman garis retak juga meningkat, serta kekuatan mampatan struktur akan menyusut secara langsung, begitu juga dengan nilai PV yang akan menyusut ke skala sederhana dan lemah.

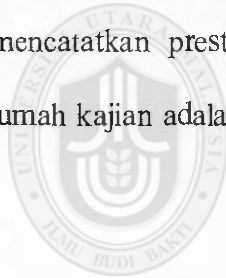
Rajah 4.49 memaparkan taburan garis retak pada setiap elemen struktur bagi setiap unit rumah kajian. Keseluruhannya terdapat hanya enam (9.0%) unit rumah yang mempunyai garis retak pada tiga elemen, iaitu empat unit mengalami garis retak pada gabungan elemen struktur tiang, lantai dan dinding pada unit rumah TD11, TS14, TS17 dan MG5 manakala dua unit lagi mengalami keretakan pada elemen struktur rasuk, tiang dan dinding bata pada unit rumah TBJ 1 dan TBJ9. Manakala gabungan dua elemen keretakan pada struktur mendominasi rumah kajian iaitu gabungan elemen tiang dan dinding.

Dicadangkan proses pemantauan berkala serta pembaikan segera perlu dijalankan pada setiap elemen retak untuk memastikan kekuatan mampatan struktur tidak semakin merosot. 61.3 peratus daripada 124 kes adalah berskala ragu-sederhana pada semua elemen.

Setelah digabungkan ringkasan eksekutif bagi ketiga-tiga kaedah penilaian didapati, sebanyak 30 unit rumah berprestasi baik, 31 unit rumah mencatatkan prestasi

sederhana, manakala hanya enam unit rumah mencatatkan prestasi kritikal iaitu pada unit rumah TDI8, TBJ6, MG2, TSI1, TBJ2 dan MG9 (Jadual 4.27). Ini menunjukkan bahawa rumah pasca pengubahsuaian adalah berisiko mengalami kerosakan yang merbahaya kepada keselamatan penghuni kerana 55 peratus daripadanya berprestasi sederhana-kritikal maka, kesedaran tentang kepentingan mengenalpasti prestasi rumah adalah penting untuk didedahkan kepada masyarakat umumnya.

Ini menunjukkan bahawa rumah pasca pengubahsuaian mempunyai risiko kescacatan yang boleh mengancam keselamatan pemilik rumah sama ada dalam aspek fizikal atau emosi adalah sangat rendah dengan terbuhtinya hanya sembilan pratus unit rumah berprestasi kritikal dengan skor mata tertinggi iaitu 18.0 mata manakala selebihnya mencatatkan prestasi sederhana (38%) dan prestasi baik (52%) serta purata skor rumah kajian adalah 11.1 mata (Jadual 4.27).



UUM
Universiti Utara Malaysia

BAB LIMA

KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN CADANGAN

5.1 Pengenalan

Bab ini membincangkan mengenai rumusan daripada dapatan kajian secara menyeluruh. Selain itu, bab ini juga adalah bagi mengenalpasti implikasi kajian yang telah dijalankan disamping mengemukakan cadangan bagi meningkatkan kelestarian proses pengubahsuaian rumah untuk manfaat pelbagai pihak. Implikasi dan saranan berkenaan ditujukan khususnya kepada pengamal binaan agar memperolehi jalan terbaik untuk meningkatkan kelestarian dan sekaligus mengikis dilema pemilik rumah berhubung mutu kerja hasil pengubahsuaian.

5.2 Kesimpulan Dapatan Kajian

Kajian ini melibatkan tiga objektif utama kajian, dapatan dan rumusan kajian akan dinyatakan secara terperinci beserta cadangan kajian sebagai pemurnian dan tambah nilai kepada maklumat sedia ada.

5.2.1 Kesimpulan Objektif Pertama Kajian

Dapatan kajian bagi objektif pertama adalah dengan menggunakan analisis kekerapan dan regresi telah menemui beberapa faktor yang mempengaruhi prestasi rumah pasca pengubahsuaian. Ia dibahagikan kepada tiga fasa pembinaan iaitu fasa sebelum, semasa dan selepas pengubahsuaian dijalankan.

Fasa sebelum proses pengubahsuaian, hasil daripada maklumbalas soal selidik telah mendapati terdapat enam faktor utama halangan / kesilapan pemilik rumah, skor melebihi 50 peratus mengikut hiererki keutamaan seperti Jadual 5.1 telah digariskan sebagai faktor-faktor kecacatan rumah pasca pengubahsuaian yang disandarkan kepada pemilik rumah sebagai halangan utama.

Jadual 5.1
Faktor-faktor Penyumbang Kecacatan Sebelum Pengubahsuaian

| Item | Hierarki keutamaan | % |
|-------------------------------------|--------------------|------|
| Tidak menggunakan khidmat perunding | 1 | 92.5 |
| Tidak ada perjanjian bertulis | 2 | 88.1 |
| Tidak mempunyai pelan struktur | 3 | 86.6 |
| Tidak memohon kebenaran PBT | 4 | 83.6 |
| Mempunyai perubahan kos | 5 | 62.7 |
| Kontraktor tidak bertauliah | 6 | 58.2 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018).

Ini bermakna mendapat khidmat perunding binaan, keperluan perjanjian bertulis antara pemlik rumah dengan pengamal binaan, mempunyai pelan struktur, mendapat kebenaran daripada PBT adalah sangat penting untuk mengatasi isu kecacatan rumah, manakala perubahan kos sebagaimana persetujuan awal dan menggunakan khidmat kontraktor bertauliah dilihat memberi impak sederhana kepada mutu kerja pembinaan. Ini kerana sekiranya perunding rekabentuk telah menyediakan pelan struktur lengkap,

telah disahkan dan diberikan kebenaran merancang oleh pihak PBT maka, kebarangkalian berlakunya kecacatan struktur adalah sangat minimum. Oleh itu adalah signifikan apabila sebanyak 46% rumah pasca pengubahsuaian berada dalam prestasi kritikal-sederhana iaitu skor antara 11 hingga 18 mata.

Kesimpulan kajian ini dapat memperkukuhkan lagi kenyataan Chung (1999), Josephson dan Hammarlund (1999); dan Abdel-Razek (1998) bahawa fasa rekabentuk dan pembinaan adalah penyumbang terbesar kepada berlakunya isu kualiti bangunan selain daripada faktor sumber manusi, namun khidmat perunding rekabentuk, kebenaran pihak PBT dan pemilihan kontraktor yang bertauniah juga sangat penting dalam memastikan hasil kerja yang berkualiti.

Hasil analisis mendapati keperluan penglibatan pengamal binaan bermula daripada peringkat awal perbincangan sehingga fasa akhir projek adalah sangat signifikan dengan kenyataan Norazilan (2017) yang menegaskan perancangan, pengawalan dan koordinasi sesuatu projek bermula daripada peringkat permulaan hingga peringkat penyediaan akan menjamin projek tersebut berkualiti seperti yang diharapkan oleh pelanggan.

Fasa semasa pengubahsuaian, ia berdasarkan maklumat yang diberikan oleh pemilik rumah melalui maklumbalas soal selidik. Analisis telah mendapati terdapat tiga faktor utama kesilapan atau pengabaian pengamal binaan semasa proses pengubahsuaian dijalankan, ia dianggap sebagai faktor penyumbang kepada kecacatan rumah pasca pengubahsuaian (Jadual 5.2).

Jadual 5.2

Faktor-faktor Penyumbang Kecacatan Semasa Pengubahsuaian.

| Item | Hierarki keutamaan | % |
|---|-----------------------|------|
| Tidak terdapat kerja korekan dan pembuangan tanah dilakukan. | 1 | 67.2 |
| Tidak terdapat kerja pemadatan tanah dilakukan. | 2 | 55.2 |
| Kontraktor / pengurus projek tidak terlibat sepenuhnya semasa proses pengubahsuaian rumah dijalankan. | 3 | 55.2 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018)

Kemerosotan prestasi rumah boleh dikaitkan dengan pengabaian kerja-kerja pengorekan, pembuangan dan pemadatan tanah telah diabaikan semasa proses pembinaan serta kontraktor/penyelia tapak tidak memainkan peranannya untuk menyelia dan memantau buruh binaan sama ada pembinaan berkenaan menepati spesifikasi yang sepatutnya, ini kerana lebih 50% pemilik rumah mengesahkan bahawa senario ini telah dialami oleh mereka. Johnson (2001) telah menjelaskan bahawa pergerakan asas ke bawah yang disebabkan oleh beban yang dikenakan, ini berlaku kerana tanah longgar, lembut dan tanah tidak mampat, beban yang dikenakan pada asas memampat tanah yang menyokong asas. Pengabaian ini sering berlaku dan ia seiring dengan pendapat sebagaimana hasil perbincangan tinjauan bersama pensyarah-pensyarah politeknik iaitu keupayaan galas tanah dan asas tidak dapat menggung beban rumah oleh itu, pemadatan tanah adalah sangat penting.

Ia selaras dengan kenyataan Mohd Nazaruddin (2004) iaitu kelemahan penyeliaan di tapak pembinaan adalah faktor utama dalam isu mutu kerja. Ini kerana banyak pengabaian dan kesilapan berlaku seperti penyelidikan tapak yang sambil lewa oleh pihak pemaju dan PBT serta pengurusan bahan dan prosedur kerja.

Jadual 5.3

Faktor-faktor Penyumbang Kecacatan Selepas Pengubahsuaian.

| Item | Hierarki keutamaan | % |
|---|-----------------------|------|
| Terdapat kecacatan atau kerosakan pasca pengubahsuaian | 1 | 68.7 |
| Tidak pasti pengamal binaan mementingkan hasil kerja pembinaan. | 2 | 56.7 |
| Tidak pasti berhubung prestasi rumah walaupun terdapat kesan kecacatan atau kerosakan | 3 | 53.7 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018)

Fasa selepas pengubahsuaian, berdasarkan maklumbalas soal selidik telah mendapati terdapat dua impak hasil daripada pengabaian di fasa sebelum dan semasa proses pengubahsuaian. Sebanyak 68.7% pemilik rumah telah mendapati terdapat kecacatan pada rumah mereka, manakala masing-masing 56.7% dan 53.7% pemilik rumah tidak pasti berhubung kualiti kerja pasca pengubahsuaian begitu juga penilaian prestasi rumah mereka. Ketidakfahaman aspek kualiti pembinaan oleh pemilik rumah menyebabkan mereka memberi pendapat tidak pasti, walaupun terdapat kesan-kesan kecacatan atau kerosakan fizikal pada rumah mereka. Ini memberi gambaran bahawa masyarakat awam tidak faham dan sukar untuk mengenalpasti sama ada hartanah mereka berkondisi baik dengan kualiti kerja yang sempurna hasil pasca pengubahsuaian (Jadual 5.3). Masyarakat perlu didedahkan dengan sedikit ilmu forensik bangunan melalui penerapan di dalam kurikulum pelajaran dan memberi pendedahan secara meluas melalui media komunikasi.

Chong dan Low (2005) bersetuju bahawa kecacatan semasa peringkat pembinaan dan peringkat penghunian adalah didominasi oleh aspek mutu kerja, kedua bahan binaan dan ketiga penyelenggaraan bangunan. Namun melalui kajian ini mendapati kelemahan dipihak pemilik rumah dalam aspek pematuhan prosedur pembinaan yang bersifat tindakan awal bagi mencegah kepada akibat yang lebih buruk berlaku seperti

gagal menyediakan pelan struktur binaan tambahan yang disediakan dan diperakui oleh pihak berkepakaran. Sehubungan itu juga terdapat kelemahan membuat keputusan oleh pihak pengamal binaan, ini kerana telah berlaku pengabaian proses pengorekan dan pemadatan tanah serta silap sambil-lewa pengurus projek/kontraktor dalam mengurus hasil kerja huruh semasa pembinaan sedang dijalankan.

Analisis regresi prestasi rumah telah menemui empat faktor signifikan yang memberi kesan kepada prestasi rumah iaitu perlunya ketepatan masa tempoh menyiapkan projek, kesefahaman antara kedua-dua pihak perlulah jelas herhubung cadangan pemilihan bahan binaan berbanding cadangan kos yang diperuntukkan sebelum memulakan pembinaan dan pengamal binaan yang peka dengan pelan tindakan alternatif jika sesuatu perkara diluar jangkaan berlaku seperti hujan lebat, banjir, kenaikan harga barang dan catuan bahan binaan.

Analisis regresi berhubung keselamatan dan kecacatan elemen rumah adalah saling berkait serta mempengaruhi prestasi rumah pasca pengubahsuaian iaitu kontraktor tidak bertauliah, tidak mendapatkan khidmat perunding rekahentuk, terdapat kesan kecacatan pasca pengubahsuaian, tidak mempunyai pelan struktur, tidak memohon kebenaran PBT, tidak memasang lintel, pengamal binaan tidak terlibat penuh dan tidak bijak menguruskan bahan binaan, tidak mempunyai asas hangunan dan kerja-kerja pengorekan diabaikan, maka telah mengakibatkan kesan terdapat retak antara sambungan struktur lama dan struktur baharu. Battikha (2003) menyarankan pengurusan pembinaan yang berkesan, haruslah mempunyai interaksi erat antara kesemua bidang ilmu dengan memberi penekanan pada pengurusan kualiti khususnya proses, sistem dan falsafah kualiti.

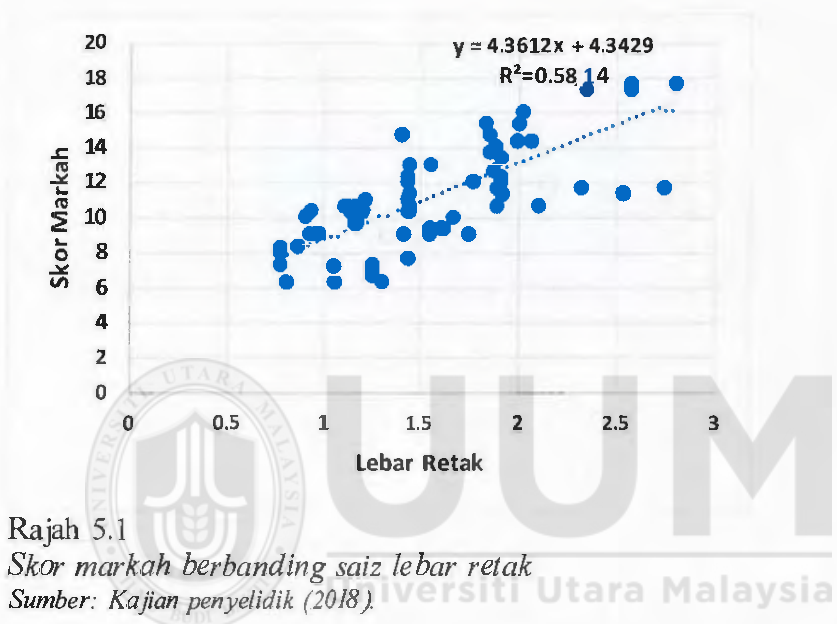
Analisis regresi kepuasan pemilik rumah telah menemui tujuh faktor yang mempengaruhi kepuasan pemilik rumah pasca pengubahsuaian apabila pemilik rumah mematuhi nasihat PBT, mempunyai jaminan jangka hayat oleh pengamal binaan, tidak berlaku lanjutan tempoh masa pembinaan, tidak terdapat perubahan kos sebagaimana persetujuan asal, pemilik rumah perlu mempunyai sedikit pengetahuan berkaitan mutu kerja pembinaan dan bahan binaan dan menyiasat latarbelakang pengamal binaan. Situasi ini mampu meningkatkan tahap kepuasan pemilik rumah. Menurut Azah, Farah Liza dan Haryati (2007) dengan menyatakan, ketiadaan kemahiran, latihan dan pendidikan (iaitu pengetahuan) merupakan halangan utama untuk menerapkan pembinaan lestari di rantau ini.

5.2.2 Kesimpulan Objektif Kedua Kajian

Objektif kedua kajian telah terjawab dengan analisis CSP1 bagi menilai tahap prestasi rumah pasca pengubahsuaian. Secara keseluruhan terdapat 64 (95.5%) unit rumah berkondisi memerlukan pembaikan major dan pemulihan segera dengan mencatat skor sederhana-lemah iaitu 11 hingga 18 mata. Ini bermakna melalui pemerhatian visual kondisi rumah pasca pengubahsuaian adalah berisiko kepada pemilik rumah.

Manakala melalui kaedah ujian NDT dalam membuktikan tahap prestasi rumah pasca pengubahsuaian dapat dirumuskan bahawa hasil ujian mendapati hanya 24 (35.8%) unit rumah berskala sederhana-kritikal iaitu kurang daripada 19 mata iaitu kecacatan serius dan perlu penggantian.

Namun begitu terdapat sedikit percanggahan antara kedua-dua kaedah penilaian berhubung jumlah rumah yang berkondisi sederhana-kritikal/lemah. Oleh itu penilaian CSP1 perlu disusuli dengan penilaian NDT bagi mendapatkan ketepatan penilaian secara visual, makan pengkaji menganggap penilaian CSP1 hanya bersifat anggaran yang memerlukan kepastian apabila ia melibatkan struktur bangunan.



Sehubungan itu purata nilai mata diperlukan bagi ketiga-tiga pengujian, oleh itu, dapatan daripada ringkasan eksekutif mendapati, hanya enam unit rumah (9.0%) (rumah TDI8, TBJ2, TBJ6, TS11, MG2 dan MG9) menunjukkan kekuatan mampatan serta kualiti konkrit berkondisi ragu iaitu kurang daripada 20 MPa dan 3.0 km/s, dengan memperolehi mata skor purata dengan prestasi kritikal iaitu 16.0 hingga 18.0 mata, ia memerlukan pemulihan dan pembaikan segera kerana kecacatan yang serius. Manakala sebanyak 25 unit rumah (37.0 %) mencapai mata skor purata antara 11.0 hingga 15.0 mata iaitu berprestasi sederhana dan sebanyak 36 unit rumah (54.0%) mencatat prestasi baik dengan skor mata purata 6.0 hingga 10.0 mata iaitu hanya memerlukan penyelenggaraan rutin kerana kecacatan minor, perlu pemantauan untuk

mengelakkan kecacatan lebih serius (Jadual 5.4). Kolerasi baik antara saiz lebar retak dengan skor markah mencatat R-square 0.5814 (Rajah 5.1).

5.2.3 Kesimpulan Objektif Ketiga Kajian

Objektif ketiga iaitu merekabentuk rubrik bagi menilai prestasi garis retak pada struktur rumah pasca pengubahsuaian. Ia direkabentuk setelah melakukan analisis melalui objektif kedua bagi ketiga-tiga kaedah penilaian maka, pengkaji menemui satu kaedah pemurnian dalam proses penilaian ukur kondisi iaitu fasa semasa dan selepas kerja lapangan dilakukan penarafan kepada bangunan dengan lebih lengkap. Ruang pemurnian berkenaan adalah merujuk kepada kesetaraan rubrik yang akan membentuk keselarasan ringkasan eksekutif secara bersepadu. Hasil kesetaraan gabungan tiga ringkasan eksekutif berasingan iaitu rubrik IKR, BS 181 Bah. 202 dan Bah. 203 telah membentuk Rubrik Forensik Bangunan (RFB).

Ini memandangkan adalah sukar dan memerlukan masa yang panjang untuk melakukan penilaian secara berasingan. Melalui pengalaman pengkaji semasa melakukan kerja penilaian di lapangan, didapati banyak borang dan jadual perlu dibawa bersama, akan wujud kekeliruan dan sikap bias apabila melakukan penilaian CSP1. Ini kerana akan berlaku perasaan ragu dalam pemilihan rubrik penilaian kondisi dan tindakan penyelenggaraan.

Hasil analisis penilaian ukur kondisi menggunakan peralatan kejuruteraan berkenaan, pengkaji telah mengumpul kesemua kolerasi bagi setiap elemen struktur untuk menetapkan pelarasan berdasarkan lebar garis retak.

Saiz lebar garis retak telah diselaraskan dengan nilai PV dan nilai kekuatan mampatan struktur. Ia bertujuan untuk memudahkan anggaran penilaian kondisi bangunan sekiranya hanya kaedah CSPI sahaja digunakan. Melalui pengukuran lebar garis retak, penilai akan dapat menganggar kekuatan struktur bangunan serta menetapkan kaedah tindakan yang harus dilakukan dalam masa yang singkat.

Berdasarkan persamaan R^2 di Jadual 5.4, apabila dipadankan piawaian BS 181 Bahagian 202 dan 203 dengan hasil penilaian berdasarkan saiz lebar garis retak. Didapati terdapat kolerasi erat antara saiz lebar retak bermula daripada 0.5 mm hingga 3.0 mm dengan penarafan kualiti konkrit sebagaimana BS 181. Ini bagi mempermudah andaian kepada Jurukur Bangunan/Penilai bagi memberi penarafan kepada bangunan berpandukan saiz lebar retak pada elemen struktur. Pembentukan rubrik pelarasan daripada persamaan di Jadual 5.4 telah membentuk empat tahap skala penarafan saiz lebar garis retak (Jadual 5.5).

Jadual 5.4
Jadual Persamaan Kolerasi Lebar Garis Retak

| Elemen Struktur | Rebound Hammer | UPV |
|-----------------|---|--|
| Lantai | $K = -15.475x + 52.099$ $R^2 = 0.9326$ | $PV = -1.6093x + 5.6653$ $R^2 = 0.9356$ |
| Tiang | $K = -14.668x + 52.004$ $R^2 = 0.9253$ | $PV = -1.0584x + 4.5012$ $R^2 = 0.9331$ |
| Rasuk | $K = -16.83x + 53.587$ $R^2 = 0.7478$ | $PV = -1.5293x + 5.009$ $R^2 = 0.9133$ |
| Dinding | - | $PV = -1.1055x + 5.0461$ $R^2 = 0.9125$ |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018)

Jadual 5.5

Jadual Pelarasan Lebar Garis Retak – Rebound Hammer dan UPV

| Lebar Retak (mm) | Kekuatan Mampatan (MPa) | Halaju Denyutan UPV (km/s) |
|---------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 3 | 5.60 | 1.08 |
| 2.5 | 13.43 | 1.74 |
| 2 | 21.26 | 2.40 |
| 1.5 | 29.09 | 3.07 |
| 1 | 36.92 | 3.37 |
| 0.5 | 44.75 | 4.39 |

Nota:

K = kekuatan mampatan (MPa) atau (N/mm²)

PV = halaju denyutan (km/s)

x = lebar garis retak (mm)

Sumber: Kajian penyelidik (2018)

Jadual 5.6

Jadual Kesetaraan Skor Mata Prestasi Rumah

| Saiz Lebar Retak (mm) | UPV (km/s) | Rebound Hammer (MPa) | CSP1 (BCA) | Klasifikasi Prestasi |
|--------------------------|---------------|-------------------------|---------------|----------------------|
| 3.0 | 1 | 0 | 25 | Sangat Kritikal |
| 2.9 | 1.2 | 2 | 24 | |
| 2.8 | 1.4 | 4 | 23 | |
| 2.7 | 1.6 | 6 | 22 | |
| 2.6 | 1.8 | 8 | 21 | |
| 2.5 | 2 | 10 | 20 | Kritikal |
| 2.4 | 2.2 | 12 | 19 | |
| 2.3 | 2.4 | 14 | 18 | |
| 2.2 | 2.6 | 16 | 17 | |
| 2.1 | 2.8 | 18 | 16 | |
| 2.0 | 3 | 20 | 15 | Sederhana |
| 1.9 | 3.1 | 22 | 14 | |
| 1.8 | 3.2 | 24 | 13 | |
| 1.7 | 3.3 | 26 | 12 | |
| 1.6 | 3.4 | 28 | 11 | |
| 1.5 | 3.5 | 30 | 10 | Baik |
| 1.4 | 3.7 | 32 | 9 | |
| 1.3 | 3.9 | 34 | 8 | |
| 1.2 | 4.1 | 36 | 7 | |
| 1.1 | 4.3 | 38 | 6 | |
| 1.0 | 4.5 | 40 | 5 | Sangat Baik |
| 0.9 | 4.6 | 42 | 4 | |
| 0.8 | 4.7 | 44 | 3 | |
| 0.7 | 4.8 | 46 | 2 | |
| 0.6 | 4.9 | 48 | 1 | |

Sumber: Kajian penyelidik (2018)

Jadual 5.6 pula merupakan jadual kesetaraan skor mata prestasi kondisi rumah setelah dimurnikan daripada Jadual 5.5 di atas. Rubrik skala penarafan berdasarkan saiz lebar retak digunakan untuk menentukan klasifikasi prestasi struktur, BS 1881: Bahagian 202 dan 203 serta skala penarafan BCA diperincikan. Manakala skor mata diselaraskan atau disetarakan antara skor mata BCA, bacaan PV dan nilai MPa seperti rubrik di Jadual 5.6. Ini memudahkan pengiraan mata skor purata bagi ketiga-tiga penilaian penarafan diberikan (Lampiran 5).

Setelah dibandingkan dengan hasil analisis melalui objektif kedua, maka pengkaji telah meringkaskan / mempermudah proses penarafan kondisi bangunan dengan menggunakan hanya satu jadual yang boleh dikenali sebagai Rubrik Forensik Bangunan (RFB) (*Building Forensic Rubric*) bagi menilai prestasi kecacatan pada struktur rumah (Jadual 5.7).

Oleh itu, tindakan pemulihan, pembaikan, penyelenggaraan rutin atau pemantauan berjadual boleh dilakukan berdasarkan rubrik tersebut. Hanya penarafan sangat baik, baik, sederhana dan lemah atau ragu diberikan iaitu bermula daripada kod skala berwarna hijau hingga kuning, ini kerana jika Jurukur Bangunan mendapati nilai PV dan MPa terlalu lemah, maka ujian pemusnahan perlu dilakukan.

Jadual 5.7

Jadual Rubrik Forensik Bangunan- RFB (*Building Forensic Rubric*)

| Huraian Kondisi | Skor BCA Penarafan Keadaan Fizikal | Ujian Rebound Hammer BS1881: Bah.202 | | Ujian UPV BS 1881: Bah. 203 | | Skala Penarafan Kualiti Konkrit | Tindakan Penyelenggaraan |
|--|--|---|--------------------------------|--------------------------------------|--------------|--|--|
| | | Lebar Garis Retak (mm) | Kekua tan Mampatan (MPa) | Lebar Garis Retak (mm) | PV (km/s) | | |
| Normal (N) Tidak ada tanda kecacatan | I-5 | Kurang 0.5 | Lebih 40.0 | Kurang 0.5 | Lebih 4.5 | Sangat Baik | Penyelenggaraan berjadual. Komponen / elemen diselenggara dengan baik, tiada keperluan pembaikan |
| Rutin (R) Kecacatan minor | 6-10 | 0.5-1.5 | 30-40 | 0.5-1.0 | 3.5- 4.5 | Baik | Penyelenggaraan rutin. Perlu dipantau, dibaiki / diganti untuk mengelakkan kecacatan lebih serius |
| Pembaikan (PB) Kecacatan major | 11-15 | 1.5-2.0 | 20-30 | 1.0-1.5 | 3.0- 3.5 | Sederhana | Perlu pembaikan major, perlu dibaiki/diganti |
| Pemulihan (PM) Kecacatan serius | 16-20 | Lebih 2.0 | 0-20 | Lebih 1.5 | 0-3.0 | Lemah / Ragu | Perlu pemulihan /pembaikan yang mendesak, segera/serta merta |
| Penggantian (PG) Kecacatan sangat serius | 21-25 | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • Perlu penggantian / pembaikan yang mendesak, segera/serta merta • Perlu pemeriksaan terperinci dan <i>destructive test</i> oleh pakar |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018)

Namun begitu rubrik dalam Jadual 5.8 dan Jadual 5.9 sebagaimana rujukan asal iaitu Jadual BCA JKR 21602-0004-13 masih dikekalkan bagi tindakan penyelenggaraan dan klasifikasi penarafan bangunan. Ini kerana ia telah diselaraskan keutamaan dan kondisi berdasarkan saiz lebar retak sebagaimana Jadual 5.6. Sehubungan itu Jurukur Bangunan atau penilai boleh menggunakan Rubrik Forensik Bangunan (RFB) sebagai panduan penilaian selepas ujian UPV dan *Rebound Hammer* dijalankan.

Jadual 5.8
Analisis Matrik Tahap Keadaan Fizikal Komponen Bangunan dan Tahap Keutamaan Tindakan Penyelenggaraan

| Skala | | Tahap keutamaan tindakan penyelenggaraan | | | | |
|---|---|--|----|----|----|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | | | | | | |
| Tahap keadaan fizikal komponen bangunan | 5 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 |
| | 4 | 20 | 16 | 12 | 8 | 4 |
| | 3 | 15 | 12 | 9 | 6 | 3 |
| | 2 | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 |
| | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

Sumber: BCA JKR 21602-0004-13

Jadual 5.9
Klasifikasi Penarafan Bangunan

| Rating | Keadaan / kondisi | Matrik tindakan | Skor |
|--------|-------------------|--|---------|
| A | Sangat baik | Penyelenggaraan berjadual | 1 – 5 |
| B | Baik | Penyelenggaraan berdasarkan keadaan (<i>condition based</i>) | 6 – 10 |
| C | Sederhana | Pembaikan | 11 – 15 |
| D | Kritikal | Pemulihan | 16 – 20 |
| | Sangat kritikal | Penggantian | 21 - 25 |

Sumber: BCA JKR 21602-0004-13

Jadual 5.10 adalah contoh ringkasan eksekutifbersepadu pasca CSP1 dan ujian NDT dilakukan. Jadual ini lebih jelas dan mudah untuk penilai menetapkan pelan tindakan yang harus diambil bagi setiap unit rumah.

Jadual 5.10

Ringkasan Eksekutif Bersepadu Prestasi Rumah Pasca Pengubahsuaian.

| Rumah | Lebar Retak (mm) | BCA | Rb | UPV | Purata Skor Prestasi |
|-------|---------------------|------|----|-----|-------------------------|
| | | Skor | | | |
| MG9 | 2.02 | 15 | 15 | 18 | 16 |
| TBJ2 | 2.36 | 17 | 16 | 19 | 17 |
| TSI 1 | 2.57 | 14 | 18 | 20 | 17 |
| MG2 | 2.57 | 15 | 18 | 19 | 17 |
| TBJ 6 | 2.57 | 16 | 17 | 20 | 18 |
| TDI 8 | 2.8 | 15 | 17 | 21 | 18 |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018)

Namun begitu masyarakat serta pengamal binaan tidak boleh memandang isu kecacatan rumah pasca pengubahsuaian sebagai isu terpencil sahaja. Ini kerana, jika pengabaian dalam aspek ilmu pengetahuan, pengalaman, kemahiran, peraturan, garis panduan, mutu kerja, mutu bahan terus-menerus diamalkan maka, kelestarian dalam industri pembinaan sukar untuk dicapai.

5.3 Cadangan Pembentukan Kerangka Strategi Kelestarian Pengubahsuaian

Setelah ketiga-tiga objektif kajian tercapai, enam pemboleh ubah kecacatan bangunan yang digunakan untuk analisis prestasi rumah pasca pengubahsuaian tersebut dikemskini maka, faktor utama iaitu konstruk dan sub faktor iaitu dimensi telah dikenalpasti. Padanan pemboleh ubah kecacatan rumah, konstruk dan dimensi berkenaan telah membentuk kerangka strategi kelestarian pengubahsuaian rumah.

Jadual 5.11 memaparkan 12 faktor utama (konstruk) yang mempengaruhi prestasi rumah pasca pengubahsuaian mengikut keutamaan untuk dipauhi. Pengabaian keterlibatan dan peranan ahli profesional semasa peringkat awal rekabentuk dan rundingan sehinggalah projek pengubahsuaian ditamatkan sememangnya dibuktikan telah menyumbang kepada faktor-faktor utama kecacatan struktur rumah. Oleh itu,

masyarakat perlu peka akan kepentingan tugas-tugas ahli profesional dan kaedah teknologi pembinaan agar kesempurnaan mutu kerja dapat ditingkatkan.

Jadual 5.11

Jadual Hierarki Faktor Utama Mempengaruhi Prestasi Pengubahsuaian Rumah

| Pemboleh Ubah | Faktor Utama (konstruk) | Nilai Diselaraskan | Soalan Soal Sekidik |
|----------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| 1. Keretakan pengecutan | 1. Pelan struktur | 1.556 | Pengamal binaan menyediakan pelan struktur/ kejuruteraan sebelum proses pengubahsuaian. |
| 2. Keretakan pada struktur | 2. Tempoh siap | 0.869 | Rumah anda telah disaipkan dalam tempoh masa yang dipersetujui. |
| 3. Penggelupasan konkrit | 3. Padat tanah | 0.855 | Proses pemadatan tanah semasa pengubahsuaian rumah dilakukan. |
| 4. Pengaratan tetulang | 4. Selenggara | 0.836 | Menyelenggara rumah secara berhemah mengikut kesesuaian bagi memastikan rumah sentiasa berprestasi terbaik. |
| 5. Resapan air | 5. Libat penuh | 0.795 | Kontraktor/pengurus projek terlibat sepenuhnya semasa proses pengubahsuaian rumah dilakukan. |
| 6. Keretakan pada bata | 6. Kos | 0.706 | Kedua-dua pihak sependapat berhubung cadangan kos pengubahsuaian rumah sebelum pembinaan. |
| | 7. Faham | 0.736 | Kedua-dua pihak sependapat dengan cadangan pemilihan bahan binaan yang sesuai. |
| | 8. Perjanjian | 0.718 | Mempunyai perjanjian bertulis dengan pengamal binaan berkenaan. |
| | 9. Rekabentuk | 0.706 | Menggunakan perunding rekabentuk dalam menyediakan pelan cadangan pengubahsuaian. |
| | 10. Asas bangunan | 0.682 | Terdapat penggunaan asas/cerucuk semasa pengubahsuaian rumah. |
| | 11. Rosak | 0.643 | Rumah anda tidak mengalami kerosakan atau kecacatan pasca pengubahsuaian. |
| | 12. Gagal | 0.606 | Hak tempoh jaminan hayat akan terbatal jika pemilik rumah gagal menyelenggara rumah dengan baik (mengikut terma dan syarat). |

Sumber: Kajian penyelidikan (2018)

Manakala sub faktor (dimensi) telah ditentukan berdasarkan pemboleh ubah kecacatan rumah sebagaimana terdapat pada Jadual 5.12. Faktor garis panduan dan peraturan yang telah digariskan oleh pihak berwajib perlu diambil perhatian oleh pengamal binaan sepanjang proses perancangan dan rekabentuk sehinggalah kepada penyerahan projek. Kerangka strategi ini diandaikan agar kecacatan pembinaan dapat dibendung dengan hasilan bangunan berperstasi terbaik.

Jadual 5.12
Jadual Sub-Faktor Mempengaruhi Prestasi Pengubahsuaian Rumah

| Pemboleh Ubah | Sub Faktor (dimensi) | Nilai Diselaraskan | Soalan Soal Sekidik |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|--|
| 1. Keretakan pengecutan | 1. PBT | 0.564 | Mendapatkan kebenaran PBT sebelum lakukan ubahsuai rumah. |
| | 2. Korek | 0.542 | Kerja-kerja pengorekan dan pembuangan tanah semasa proses pengubahsuaian rumah. |
| 2. Keretakan pada struktur | 3. Prestasi | 0.510 | Rumah anda berada dalam prestasi baik tanpa kesan-kesan kecacatan/kerosakan. |
| 3. Penggelupasan konkrit | 4. Alternatif | 0.468 | Pengamal binaan perlu bijak menguruskan pelan tindakan/alternatif jika sesuatu perkara diluar jangkaan berlaku. |
| 4. Pengaratan tetulang | 5. Sambungan | 0.425 | Pengamal binaan telah melakukan sambungan diantara struktur binaan asal dengan baharu mengikut kaedah pembinaan yang sepatutnya. |
| 5. Resapan air | 6. Sejarah | 0.408 | Pengamal binaan mengkaji sejarah asal rumah sebelum proses pengubahsuaian. |
| 6. Keretakan pada bata | 7. Kontraktor | 0.371 | Pengubahsuaian dilakukan oleh kontraktor bertauliah. |
| | 8. Beam | 0.355 | Terdapat penggunaan rasuk dalam pengubahsuaian rumah. |
| | 9. Pengetahuan | 0.328 | Pemilik rumah perlu mempunyai pengetahuan asas (teknikal) dalam aspek pengubahsuaian. |
| | 10. Jaminan tempoh hayat | 0.307 | Pengamal binaan menyediakan jaminan tempoh hayat setelah tamat proses pengubahsuaian. |
| | 11. Masa | 0.290 | Tempoh menyiapkan projek dipersetujui dengan tidak ada lanjutan masa (<i>extension of time</i>). |

| | | | |
|--|--------------------|-------|---|
| | 12. Lintel | 0.267 | Terdapat penggunaan 'lintel' pada bingkai pinu dan tingkap rumah. |
| | 13. Latar belakang | 0.262 | Pemilik rumah menyiasat latar belakang atau mengenali kontraktor sebelum bekerjasama. |
| | 14. Bijak | 0.224 | Pengamal binaan menguruskan bahan binaan dengan cermat. |
| | 15. Pembelian | 0.185 | Pemilik rumah memilih dan membeli bahan binaan daripada pembekal. |

Sumber: *Kajian penyelidik (2018)*

5.4 Implikasi dan Cadangan

Cadangan ini disarankan kepada pengamal binaan, ahli akademik, PBT dan pengkaji selanjutnya untuk memperkasakan caban bidang ilmu forensik bangunan agar ia lebih mantap dan dapat diterimapakai oleh segenap masyarakat.

5.4.1 Penyelidikan Berterusan

Kajian ini dikendalikan dalam skop dan keterbatasan yang telah dinyatakan di dalam Bab 1. Oleh itu, kajian ini tidak berupaya mendalami aspek-aspek kajian yang telah diterokai dan dianggap sebagai suatu penerokaan perintis. Diharapkan kajian ini akan menjadi pembuka jalan kepada mereka yang berminat untuk menjalankan penyelidikan lanjutan dengan lebih terperinci dan melibatkan pertambahan bilangan responden yang mewakili populasi dari seluruh negara. Ternyata hal ini memerlukan sumber kewangan yang mencukupi serta masa yang lebih panjang.

Penyelidik menyarankan agar penyelidikan berterusan dijalankan tentang semua faktor yang mencabar dan membatasi penerapan kelestarian dalam proses pengubahsuaian. Penyelidik sendiri bercadang untuk mendalami penyelidikan tentang

punca-punca berlakunya kecacatan terhadap rumah pasca pengubahsuaian dalam skala yang lebih besar, terutamanya impak pembinaan kepada bangunan/unit bersebelahan. Penyelidik yakin kajian ini adalah penting untuk memacu kesedaran pengamal binaan dan pemilik rumah betapa pentingnya pengetahuan tentang kualiti binaan daripada peringkat yang lebih awal lagi.

5.4.2 Peranan Kerajaan Dalam Melestarikan Industri Binaan

Perkara utama yang harus dititikberatkan adalah usaha untuk meningkatkan tahap kesedaran dan juga kemahiran pengamal binaan dalam aspek kemahiran, pengalaman, serta impak daripada pengabaian proses pembinaan bagi memastikan kelestarian dalam konteks isu-isu alam sekeliling, penjimatan kos dan penggunaan tenaga. Aspek kesedaran memerlukan pengetahuan tentang kesan-kesan kecacatan kepada bangunan dan jangkahayatnya. Berikut digariskan beberapa kaedah yang boleh diteliti iaitu:

- i. Mendokumentasikan amalan-amalan terbaik (*best practices*) bagi menjamin kecekapan pemindahan pengetahuan bersesuaian dengan perancangan dan pembinaan di dalam peraturan dan piawaian sedia ada;
- ii. Membangunkan bentuk latihan kepada golongan sasaran tentang ilmu *non-destructive test* sebelum penyerahan yang memberikan hasil yang positif. Pendidikan adalah mekanisme penting dalam mempromosikan pembangunan lestari dan meningkatkan keupayaan pengetahuan masyarakat tentang impak kecacatan bangunan dan kaitannya dengan isu-isu pembangunan perlu dilaksanakan. Diharapkan kesedaran dalam kalangan pengamal binaan serta orang ramai dapat ditingkatkan;

- iii. Menkuatkuasakan amalan kewajipan mendapat kebenaran Pihak Berkuasa Tempatan, mempunyai pelan rekabentuk struktur dan menggunakan khidmat kontraktor bertauliah sebelum memulakan proses pengubahsuaian dapat meminimakan risiko kecacatan bangunan;
- iv. Seterusnya, PBT perlu menggalakkan pemilik dan pengamal binaan menyumbangkan maklumat kepadanya bagi mewujudkan pengkalan data kaedah pembinaan berkonsepkan lestari dengan cara:
 - a. Memberi galakan kepada pengamal binaan yang menyumbang kepada pengkalan data berkenaan maklumat dan tindakan sebelum, semasa serta selepas pembinaan dijalankan. Pelbagai insentif boleh diberikan seperti pengurangan cukai dan kemudahan dari aspek *key performance index* KPI, promosi dan pemasaran jenama pengamal binaan tersebut.
- v. Institusi Pengajian Tinggi (IPT), pusat-pusat latihan kemahiran dan sekolah-sekolah teknikal harus menerapkan matapelajaran berkaitan forensik bangunan agar pelajar yang mengikuti program-program berkaitan alam bina dapat didedahkan dari peringkat awal pengajian mereka maka, kesedaran tentang konsep kelestarian pembinaan akan dapat dipertingkatkan.

5.4.3 Peranan Pengamal Binaan

Pengamal binaan seperti pemaaju, perunding dan kontraktor juga digalakkan untuk memartabatkan kelestarian pembinaan. Dalam melaksanakan pengurusan alam sekeliling, mereka boleh menyumbang kepada pembangunan berkonsepkan lestari dan penerapan elemen-elemen bangunan hijau dalam rekabentuk dan pembinaan. Disamping itu, kontraktor dan pemaaju dengan sokongan agensi-agensi kerajaan seperti Lembaga

Pembangunan Industri Binaan Malaysia (CIDB) digalakkan juga menyediakan dana penyelidikan dalam bidang kelestarian pembinaan. Sumbangan berbentuk latihan kepada pelajar-pelajar dalam bidang kejuruteraan awam dan alam bina ketika menjalankan penyelidikan lapangan dalam aspek forensik bangunan perlu digiatkan yang hasil penyelidikan tersebut seharusnya dipaten dan dikomersilkan.

5.5 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan daripada dapatan kajian dan cadangan bagi rumah pasca pengubahsuaian, adalah penting kaedah penilaian fizikal menggunakan CSP1 dan NDT dilakukan serentak oleh pengamal binaan sebelum penyerahan kunci agar pemilik rumah dapat menikmati jaminan kepuasan dalam aspek jangka hayat dan ketenangan emosi. Pengamal binaan seharusnya bertanggungjawab untuk menghasilkan kerja yang berkualiti serta mematuhi peraturan atau piawaian sepatutnya oleh pihak berwajib.

Jadual Rubrik Forensik Bangunan (RFB) adalah dianggap sesuai untuk kegunaan bidang ukur bangunan bagi memudahkan penilaian diberikan serta meringkaskan laporan dan menjimatkan masa, namun cadangan pemurnian adalah diperlukan. Pembentukan kerangka strategi keletarian pengubahsuaian ini diandaikan agar kecacatan pembinaan dapat dibendung semaksima mungkin, iaitu dengan memberi produk berprestai baik kepada pelanggan. Sehubungan itu, bantuan dan sokongan daripada pihak kerajaan, swasta, akademik dan masyarakat adalah perlu dalam memberi sokongan kepada kelestarian bagi memantapkan proses pengubahsuaian rumah ke arah dimensi yang lebih baik.

RUJUKAN

- _____. (2007). *Kamus Dewan* (Edisi Ketiga). Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- _____. (2008). *Collins English Dictionary* (9th ed). Glasgow: HarperCollins.
- _____. U.S Census Bureau. (2010). Dicapai pada Januari 3, 2015 daripada <http://www.census.gov/ipc/www/idb/worldpopgraph.php>.
- Aagaard, N. J., de Place H. E. J. & Nielsen, J. (2010). *Optimization of Building Defects*. Paper presented at the 18th CIB World Building Congress Salford, United Kingdom, 10-13 May 2010.
- Abdel-Razek, R. H. (1998). Factors affecting construction quality in Egypt: Identification and relative importance. *Engineering Construction & Architectural Management*, 5 (3), 220-227.
- Abdul Aziz Hussin. (2011). *Pemuliharaan dan pemeliharaan warisan di Malaysia*. USM.
- Abdul Hakim Mohammed & Wan Min Wan Mat. (1991). *Teknologi penyenggaraan bangunan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Abdul Malek Abduk Rahman. (2000). *Usaha-usaha mencapai kesselesaian terma dalaman di Malaysia*. Pulau Pinang: Universiti Sains Malaysia.
- Adi Irfan Che-Ani, Azimin Samsul Mohd. Tazilan & Kamarul Afizi Kosman. (2011). The development of a condition survey protocol matrix. *Structural Survey*, 29 (1), 35-45. doi: <http://dx.doi.org/10.1108/0263080111118395>.
- Ahmad Ramly, (2002). *Prinsip dan praktis pengurusan penyelenggaraan bangunan bangunan*. Kuala Lumpur: Pustaka Ilmi.

- Ahmad Ramly. (2004). *Panduan kerja-kerja pemeriksaan kecacatan bangunan*. Building & Urban Development Institute. Selangor.
- Ahmad, M. A. (2008). *Pembinaan perisian pemeriksaan dan pemantauan kerja-kerja penyelenggaraan bangunan* (Tesis sarjana). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Ainul Asniera Ahsan. (2008). *Kenaikan harga besi, simen beri kesan kepada industri perumahan*. Dicapai pada Mac 26, 2016 daripada http://ww1.utusan.com.my/utusan/info.asp?y=2008&dt=0121&sec=Ekonomi&pg=ek_01.htm.
- Aisyah, N. I. & Zainora, M. A. (2012). *The level of awareness towards environmental issues and concern among students in tertiary level: Case study of Universities student in Kuala Lumpur and Klang Valley of Malaysia*. Dicapai pada November 12, 2015 daripada <http://www.earoph.info/pdf/2012papers/DA Y1/session 1/S6/S6-I-P1.pdf>.
- Akash, J., Ankit, K., Adarsh, K., Yogesh, V. & Krishna, M. (2013). Combined sse of Non-Destructive Tests for assessment of strength of concrete in structure. *Procedia Engineering*, 54, 241-251. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.03.022>.
- Akta 118 (2008) Akta Pemajuan Perumahan (kawalan dan pelesenan) 1966. P.U. (A) 58/1989 Peraturan-peraturan pemajuan perumahan (Kawalan dan pelesenan) 1989 mengandungi pindaan terkini - P.U. (A) 200/2008.
- Alireza Bahrami, Wan Hamidon Wan Badaruzzaman & Siti Aminah Osman. (2013). Performance of axially loaded tapered concrete-filled steel composite slender columns. *Journal of Civil Engineering and Management*, 19 (5), 705- 717.

- Allen, R. C. (2006). *The British industrial revolution in global perspective: How commerce created the industrial revolution and modern economic growth*. Oxford University.
- Aminul Islam Laskar. (2015). *Concrete technology practices*. Alpha Science.
- Anuar A. & Azlan S.A. (2011). *Pengurusan penyenggaraan dan pengubahsuaian bangunan*. Penerbit UTHM.
- Anwar, A. M., Hattori, K., Ogata, H., Ashraf, M. & Goyal, A. (2007). *New approach towards crack determination in concrete using UPV test*. 32nd Conference on Our World in Concrete & Structures, Singapore, 28-29 August 2007.
- Ari Wibowo, Hendro Suseno, M. Hamzah Hasyim, Roland Martin, Christin Remayati N, & Ardian Prima K. (2014). Crack depth measurement of reinforced concrete beams using UPV. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8 (1), 41-46.
- Assaf, S. A., Al-Khalil, M. & Al-Hazmi, M. (1996). Causes of delay in large building construction projects. *Journal of Project Management in Engineering ASCE*, 2, 45-50.
- ASTM C 597-83. (1991), Standard test for pulse velocity through concrete, Annual Book of ASTM Standards, p. 4. U.S.A.
- Atkinson, B. K. (1987). *Introduction to fracture mechanics and its geophysical applications*. London: Academic Press.
- Atkinson, R. (1999). Project management: Cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, it's time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*, 17 (6), 33-342.
- Aydin, F. & Saribiyik, M. (2010). Correlation between Rebound Hammer and destructive compressions testing for concretes in existing buildings. *Sci. Res. Essays*, 5, 1644-1648.

- Ayob, A. M. (2007). *Kaedah penyelidikan sosioekonomi* (edisi ke-3). Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Azah Mohamed, Farah Liza Mohd Isa & Haryati Shafii (2007). Kemahiran di kalangan graduan sebagai kriteria penting pasaran tenaga kerja: Kajian kes graduan Fakulti Kejuruteraan UKM. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Azizah Salim (1998). *Owner-occupiers transformation of public low cost housing in Peninsular Malaysia* (PhD thesis). University of New Castle Upon Tyne.
- Azlan Shah Ali & Kam, H. W. (2011). Building defects possible solution for poor construction workmanship. *Journal of Building Performance*, 2 (1), 59-69.
- Azlinor Sufian & Rozanah Ab Rahman. (2008). Quality housing: Regulatory and administrative framework in Malaysia. *International Journal of Economics and Management*, 2 (1), 141 - 156.
- Babbie, E. (2001). *The practice of social research* (9th ed). Belmont: Wadsworth.
- Battikha, M. G. (2003). Quality management practice in highway construction. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20 (5), 532-550.
- Bayan S. A., Bestoon R. A., Sabr A. A. & Sirwan E. K. (2015). Compressive strength formula for concrete using Ultrasonic Pulse Velocity *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 26 (1).
- Bennett, F. L. L. (2012). *The management of construction: A project lifecycle approach*. Taylor & Francis.
- Birdshall, S. (2013). Measuring student teachers' understandings and self-awareness of sustainability. *Environmental Education Research*, 20 (6). doi: <http://dx.doi.org/10.1080/13504622.2013.833594>.
- Blackledge, G. (1981). Placing and compacting concrete, concrete society current practice. *Sheets*, 15 (2), 35-6.

- Bonshor, R. B. & Bonshor, L. L. (1996). *Cracking in buildings*. IHS BRE Press.
- Bonshor, R., Bonshor, L. & Sadgrove, R. (2016). *Cracking in buildings* (2nd edition). IHS BRE Press.
- British Standard Institution. (1984). *British standard glossary of maintenance management terms in technology*. London.
- Bryman, A. & Bell, E. (2003). *Business research methods*. New York: Oxford University Press.
- BS 1881 : Bahagian 202. (1986). *Recomandation for surface hardness test by the rebound hammer*. BSI.UK.
- BS 1881 : Bahagian 203. (1986). *Measurement of velocity of ultrasonic pulses in concrete*. BSI.UK.
- Building Research Establishment Limited. (1991). *BRE Digest 361 Why do buildings crack?* United Kingdom: BRE Press.
- Bureau of Indian Standard. (1999). *Bureau of Indian Standard*. Standards Organization: Bureau of Indian Standards (BIS) Division.
- Callister, W. D. (2006). *Materials science and engineering—An introduction* (6th ed). New York: John Wily and Sons.
- Carillion, S. L. (2001). *Defects in buildings: Symptoms, investigation, diagnosis and cure*. United Kingdom: The Stationery Office.
- Cengiz, K. & Ali, B. (2011). Determination of concrete compressive strength of the structures in Istanbul and Izmit cities (Turkey) by combination of destructive and non-destructive methods. *International Journal of the Physical Sciences*, 6 (16), 3929-3932.

- Chan, A. P. C., Chan, D. W. M. & Ho, K. S. K. (2003). An empirical study of the benefits of construction partnering in Hong Kong. *Construction Management and Economics*, 21 (5), 523-533. doi: 10.1080/0144619032000056162.
- Chandler, I. (1995). *The generation and use of stock surveys as part of an integrated approach to building evaluation*. Proceedings of the International Symposium on Property Maintenance Management and Modernization, Holland.
- Charlier, R. H. & Finkl, C. W. (2009). *Ocean energy: Tide and tidal power*. Berlin: Springer.
- Che-Ani, A. I., Zaharim, A., Zain, M. F. M., Mohd-Tawil, N. & Surat, M. (2009). Timber defects in building: A study of Telapak Naning, Malacca, Malaysia. *World Scientific and Engineering Academy and Society*, 5 (1), 109-118.
- Che-Ani, A.I. (2012). *CP BS 101 code of practice for building inspection report*. Building surveying division, The Royal Institution of Surveyors Malaysia RISM.
- Che-Ani, A.I., Ismail, I., Johar, S., Abd-Razak, M. Z. & Hamzah, N. (2015). Condition survey protocol: A system for building condition assessment. *Applied Mechanics and Materials*, 747, 347-350.
- Che-Ani, A.I., Tazilan, A. S. M. & Kosman, K. A. (2011). The development of a condition survey protocol matrix. *Structural Survey*, 29 (1), 35-45.
- Chong, W. & Low, S. (2005). Assessment of defects at construction and occupancy stages. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 4 (283), 283-289.
- Chua Yan Piaw (2006). *Kaedah dan statistik penyelidikan: Kaedah penyelidikan*. Malaysia: McGraw-Hill.
- Chung, H. W. (1999). *Understanding quality assurance in construction: A practical guide to ISO9000*. New York: Routledge.

- CIDB. (2006a). *Quality assesement system in construction QCLASSIC master builders 3rd Quarter 2006*. Kuala Lumpur: Master Builders.
- CIDB. (2006b). *Quality assessment system for building construction work (Construction Industry Standard; CIS 7: 2006)*. Kuala Lumpur: Construction Industry Development Board Malaysia.
- Coggins, C.R. (1980) *Decay of timber in buildings. Dryrot, wet rot and other fungi*. East Grinstead: Rentokil Ltd.
- Cole, R. J. (2000). Building Environment Assessment Methods: Assessing Construction Practices. *Construction Management and Economics*, 18, 949-957.
- Concrete Society. (1992). *Non-structural cracks in concrete: Report of a Concrete Society Working Party* (3rd edition). London: Concrete Society.
- Cottrell, D. S. (2006). Contractor process improvement for enhancing construction productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132 (2), 189-196.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: qualitative & quantitative approaches* (2nd ed). California: SAGE Publications, Inc.
- Davies, H. (2001). Environmental benchmarking of Hong Kong buildings. *Structural Survey*, 19 (1), 38-46.
- de Vaus, D. (2002). *Analyzing social science data: 50 key problems in data analysis*. London: Sage Pub.
- Douglas, J. (1996). Building performance and its relevance to facilities management. *J. Facil.* 14 (3/4), 23-32.
- Egan, J. (1998). *Rethinking construction: Report of the construction task force*. London: HMSO.

- Eldridge, H. J. (1976). *Common defects in buildings*. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Emmons, P. (1993). Concrete repair and maintenance illustrated, RS Means, Kingston, Massachusetts. P. 12-13, 30, 68.
- Esty, D. C. & Winston, A.S. (2009). *Green to gold*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Faezehossadat Khademi, Mahmood Akbar, Sayed Mohanmmadmehdi Jamal (2016). *Prediction of concrete compressive strength using Ultrasonic Pulse velocity test and artificial neural network modeling. Romanian Journal of Mmaterials. 46(3), 343-350.*
- Fakulti Kejuruteraan Awam (2016). File Dokumen Silibus Diploma Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi MARA.
- Fellows, R. & Liu, A. (1997). *Research method for construction*. London: Blackwell Science.
- Fellows, R. F. & Liu, A. M. M. (2003). *Research methods for construction* (2nd Edition). New York: John Wiley and Sons.
- Flamm, B. J. (2006). *Environmental knowledge, environmental attitudes, and vehicle ownership and use* (PhD Theses). Berkeley: University of California.
- Flinn, R. A. & Trojan, P. K. (1994). *Engineering materials and their applications* (4th ed). New York: John Wily and Sons.
- Forcada, N., Macarulla, M. & Love, P. E. D. (2012). Assessment of residential defects at post-handover. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139 (4), 372-378.

- Forcada, N., Macarulla, M., Fuertes, A., Casals, M., Gangolells, M. & Roca, X. (2011). Influence of building type on post-handover defects in housing. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 26 (4), 433-440.
- Glover, P. (2003). *Building surveys* (5th edition). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Graham, P. (2003). *Building ecology: First principles for a sustainable built environment*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Gray, D. (2008). *The green website guide for better living*. London: Southbank Pub.
- Green, E. H. (1981). *Building, planning and development*. London: McMillan.
- Hamzah, N., Mahli, M., Che-Ani, A. I., Tahir, M. M., Abdullah, N. A. G. & Tawil, N. M. (2010). The Development of Smart school condition Assessment Based on Condition Survey Protocol (CSP)1 Matrix: A Literature Review. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 47, 620-625.
- Harith Khalid. (2004). *Masalah kecacatan bangunan selepas penyerahan kunci: Kajian kes*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- Hazirah Yahaya, Adi Irfan Che Ani, Rahah Ismail, Suhana Johar & Mohd Zulhanif Abd Razak (2016). Common building defects in new terrace houses. *Jurnal Teknologi*, 78 (2), 35-42.
- Highfield, D. (1987). *Rehabilitation and re-use of old buildings*. London: E 7 F.N. Spon Ltd.
- Hoffman, G. (1985). *How to inspect a house*. Canada: Addition Wasley Publishing Co. Inc.
- Hollis, M. (2000). *Surveying buildings*. RICS Books.
- Homby, A. S. (2005). *Oxford advanced learner's compass* (7th edition). Oxford: Oxford University Press.

- Hough, M. (2004). *Cities and natural process: A basis for sustainability*. New York: Routledge.
- Ilozor, B. D., Okoroh, M. I., Egbu, C. E. & Archicentre. (2004). Understanding residential house defects in Australia from the State of Victoria. *Building and Environment*, 39 (3), 327-337. doi: 10.1016/j.buildenv.2003.07.002.
- Ingham, J. (2009). Forensic engineering of fire-damaged structures. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering*, 162 (5) 12-17.
- Institution of Structural Engineers. (2000). *Subsidence of low rise buildings: A guide for professionals and property owners* (Second edition). London: Published for Institution of Structural Engineers by SETO.
- Ishan Ismail, Adi Irfan Che-Ani, Norngainy Mohd Tawil, Mohd Zulhanif & Hafsa Yahya. (2012). Pembangunan indeks kecacatan rumah bagi perumahan teres. *Journal of Surveying, Construction and Property*, 3 (2), 1985-7527.
- Ismail, I., Che-Ani, A. I., Tawil, N. M., Yahaya, H. & Abd-Razak, M. Z. (2012). Housing defect of newly completed house: An analysis using Condition Survey Protocol (CSP) 1 Matrix. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 67, 620-623.
- Israelson, N. & Hansoon, B. (2009). Faktor influencing flexibility in buildings. *Structural Survey*, 27 (2), 138-147.
- Jabatan Kerja Raya (JKR). (2013). *Garis Panduan Pemeriksaan dan Penilaian Keadaan Bangunan (GPPPB)*. Malaysia: Jabatan Kerja Raya.
- Jabatan Kerja Raya (JKR). (2014). *Garis panduan pemeriksaan dan penilaian keadaan bangunan (GPPPB)*. Malaysia: Jabatan Kerja Raya.

- Jae-Young, L., Jong-Soo, C., Oh-Seong, K. & Chan-Sik, P. (2012). A study on construction defect management using augmented reality technology. Paper presented at the Information Science and Applications (ICISA), 23-25 May 2012.
- Jamilah, A., Hasrina, M., Hamidah, A.H. dan Juliana, A. W. (2011). Pengetahuan, sikap dan amalan masyarakat Malaysia terhadap isu alam sekitar. *Jurnal Akaedemika*, 81 (3), 103–115.
- Jen-Chei, L., Mou-Lin, S. & Chang-Huan, K. (2009). Estimating the strength of concrete using surface rebound value and design parameters of concrete material. *Tamkang Journal of Science and Engineering*, 12 (1), 1-7.
- Johar, S., Ahmad, A. G., Che-Ani, A. D., Tawil, N. M. & Utabora, N. (2011). Penyiasatan kerosakan terhadap bangunan kayu lama: Kajian kes Masjid Lama Mulong, Kelantan. *The Malaysian Surveyor*, 46 (1), 20 - 24.
- John, W. C. (2008). *Educational research – Planning, conducting and evaluating, quantitative and qualitative research* (4th ed). Pearson.
- Johnson, R. W. (2002). The significance of cracks in low-rise buildings. *Structural Survey*, 20 (5), 155-161.
- Jones, R. & Gatfield, E. N. (1955). *Testing concrete by an ultrasonic pulse technique*. DSIR Road Research Technology (Paper No. 34). London: HMSO.
- Josephson, P. E. & Hammarlund, Y. (1999). The causes and costs of defects in construction: A study of seven building projects. *Automation in Construction*, 8 (6), 681-687.
- Kaiser, F. G., Wolfing, S. & Fuhrer, U. (1999). Environmental attitude and ecological behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 19, 1-19.

- Kaminetzky, D. (1991). *Design and construction failure: Lessons from forensic investigations*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Kaminetzky, D. (1991). *Design and construction failures: Lessons from forensic investigations*. McGraw-Hill.
- Kay, J. J. (2002). *On complexity theory, exergy and industrial ecology: Some implications for construction ecology*. Dalam Kibert, C., Sendzimir, J., Guy, B. *Construction Ecology: Nature as the basis for green buildings*. London: Spon Press.
- Kazaz, A. & Birginul M. T. (2005). The evidence of poor quality in high-rise and medium rise housing unit: A case study of mass housing projects in Turnkey. *Building and Environment*, 40 (11), 1548-1556.
- Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT). (2013). *Garis Panduan Prosedur Pengeluaran Permit Kerja Ubahsuai*. Malaysia: KPKT.
- Khan MS. (2006). Control of cracking in concrete: state of the art., E-107. Transportation Research Circular Washington, DC, P.1-16
<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec107.pdf>
- Kim, Y. R. (2003). *Determination of depth of surface cracks in asphalt pavements*. Raleigh: North Carolina State University.
- Kim, Y. S., Oh, S. W., Cho, Y. K., & Seo, J. W. (2008). A PDA and wireless web-integrated system for quality inspection and defect management of apartment housing projects. *Automation in Construction*, 17 (2), 163-179. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2007.03.006>.

- KPKT. (2016). *Laporan tahunan: Kementerian Kesejahteraan Bandar, Perumahan dan Kerajaan Tempatan, Malaysia* Dicapai pada Ogos 21, 2015 daripada www.kpkt.gov.my/resources/index/user_1/galeri/pdf_penerbitan/buku_laporan_tahunan/kpkt_annual_report_2016.pdf Lawatan 20 Julai 2017.
- Laith, A. A. & Asmaa, M. A. (2014). Evaluation of compressive strength by Non-Destructive Test using Ultrasonic Pulse Velocity with maximum size aggregate (10 and 20 mm). *Journal of Engineering and Development*, 18 (3).
- Lengen, J. V. (2008). *The barefoot architect: A handbook for green building*. California: Shelter Pub.
- Leong, K.C. (2004). *The essence of asset management - A guide*. Kuala Lumpur: United Nations Development Programme (UNDP).
- Li, L. H. (2008). The physical environment and a "sense of neighborhood" in residential communities in Hong Kong. *Property Management*, 26 (1), 7 –24.
- Ling, F. Y. Y. & Liu, M. (2004). Using neural network to predict performance of design-build projects in Singapore. *Building and Environment*, 39, 1263-1274.
- Lopez, R. & Love, P. (2012). Design error costs in construction projects. *Journal of Construction, Engineering and Management*, 138 (5), 585-593.
- Michael S. Mamlouk & John P. Zaniwski (2011). *Materials for civil and construction engineers*. New Jersey: Pearson.
- Madsen, H. & Ulhoi, J. P. (1996). Environmental management in Danish manufacturing companies: Attitudes and actions. *Business Strategy and the Environment*, 5 (1), 22 – 29. doi: 10.1002/(SICI)1099-0836(199603)5:1<22:AID-BSE39>3.0.CO;2-O.

- Mahdi, S., Nor Hafizah, R., Mohammad, M.A. K. H., Payam, S. & Hamid, S. (2011). Assessing the strength of reinforced concrete structures through Ultrasonic Pulse Velocity and Schmidt rebound hammer tests. *Scientific Research and Essays*, 6 (1), 213 -220. doi: 10.5897/SRE10.879.
- Mahmud, M. H. & Siarap, K. (2013). Kempen pencegahan H1N1: Kajian tentang pengetahuan, sikap dan amalan penduduk di Timur Laut Pulau Pinang. *Malaysian Journal of Communication*, 29 (1), 127-140.
- Mahmud, M. J. (2010). *Renovation for personalization: A development arm for sustainable housing*. UTM Press.
- Mahure, N. V., Vijh, G. K., Sharma, P., Sivakumar, N. & Ratnam, M. (2011). Correlation between pulse velocity and compressive strength of concrete. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, 4 (6), 871-874.
- Mahyuddin Ramli. (1991). *Teknologi konkrit dan pembinaan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Majlis Perbandaran Klang. (2013). *Manual: Penyelenggaraan bangunan (Kuarters) MPK*. Selangor: MPK.
- Malaysia, (2003). *Undang-undang Kecil Bangunan Seragam 1984*. Selangor: ILBS.
- Malaysia. (2001). *Akta Jalan, Parit dan Bangunan (Akta 133)*. Selangor: ILBS.
- Marsh, P. (1983). *The refurbishment of commercial and industrial buildings*. London: Construction Press.
- Marshall, D. & Dann, N. (2005). *House inspector*. New York: EG Books.
- Masato, A., Toyota, F. & Yoshifumi, N. (2002). Location of a defect in a concrete block by a Non-destructive technique. *J. Acoustic Science and Technology*, 308-312.

- Mat Lazim Zakaria. (2005). *Bahan dan binaan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Maurer, T. J. & Tarulli, B. A. (1994). Investigation of perceived environment, perceived outcome, and person variables in relationship to voluntary development activity by employees. *J Appl Psychol*, 79 (1), 3-14.
- McCauley, C. D., Ruderman, M. N., Ohlott, P. J. & Morrow, J.E. (1994). Assessing the developmental components of managerial jobs. *Journal of Applied Psychology*, 79 (4), 544-560.
- Md. Yusof Hamid & Suriani Ngah Abdul Wahab. (2012). Teori dan praktis pemeriksaan bangunan. Shah Alam, Selangor: Universiti Teknologi MARA.
- Mehta, P. K. & Monteiro, P. J. M. (1993). *Concrete structure, properties and materials* (3rd ed). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Mills, A., Love, P. & Williams, P. (2009). Defect costs in residential construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135 (1), 12–16.
- Moavenzadeh, F. (1994). *Global construction in the environment*. Toronto: John Wiley & Sons.
- Mohamed Abdel Kader Ismail, Ab Rahman Mohd Sam, Salihuiddin Radin Sumadi & Mohd Warid Hussin (2007). Introduction to civil engineering materials. Skudai: UTM Malaysia.
- Mohammadreza, H., Ali, S., Arabnejad, K., Hamid, S., Ali, T. & Karim, N. (2012). Application of Rebound rebound hammer and ultrasonic pulse velocity techniques for structural health monitoring. *Scientific Research and Essays*, 7 (21), 1997-2001. doi: 10.5897/SRE11.1387.

- Mohd Isa, H., Hassan, P.F., Che Mat, M., Isnin, Z. & Sapeciay, Z. (2011). Learning from defects in design and build hospital projects in Malaysia. *International Proceedings of Economics Development & Research*, 5 (1).
- Mohd Nazaruddin Yusoff. (2004). *Isu-isu perumahan kos rendah di Malaysia*. Sintok, Universiti Utara Malaysia.
- Mohd Nazaruddin Yusoff dan Kamarudin Mohd Nor. (20014). *Pemanasan global dan pembangunan lestari alam bina*. Sintok, Universiti Utara Malaysia.
- Mohd Nurfaizal Baharuddin shan, Syamilah Yacob, Mohd Dzulkarnaen Sudirman & Nur Fadhilah Bahardin. (2014). Building Condition Assessment (BCA): Kajian kes bangunan stesen komuter Klang. *The Malaysia Surveyor*, 49 (4), 19-29.
- Mohd Saidin Misnan, Zakaria Mohd Yusof, Abdul Hakim Mohamed & Abdul Rahman Dalib. (2011). *Pengurusan keselamatan projek pembinaan*. Penerbit UTM Press (UTM).
- Mohd. Zaki Mokhtar & Mohammad Ismail. (2006). *Kerosakan dan kemerosotan struktur konkrit di Malaysia*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- MPAM. (2009). *Manual pengurusan aset menyeluruh*. Kerajaan Malaysia.
- Muftah Fadhluhartini & Mohd Syahrul Hisyam Mohd Sani. (2012). *Pulse Velocity and Rebound Hammer Test on reinforced concrete slab in the former civil engineering laboratory building*. 6th SASTech 2012, Kuala Lumpur, 24-25 March 2012. Khavaran Institute of Higher Education.
- Muhamad Husni Hasbullah, Mohd Solahuddin Shahrudin & Azam Mohamed Adil. (2012). *Konsep kecacatan rumah di Malaysia: Analisis dari perspektif Islam*. Persidangan Kebangsaan Ekonomi Malaysia ke VII (PERKEM VII), Transformasi Ekonomi Dan Sosial Ke Arah Negara Maju, Ipoh, Perak, 4 – 6 Jun 2012.

- Murray, P. E. (2007). Sustainability literacy: The future paradigm for construction education? *Structural Survey*, 25 (1), 7-23.
- Nachmias, C. & Nachmias, D. (2000). *Research method in the social sciences* (5th edition.). London: Edward Arnold.
- Naoum, S. G. (2007). *Dissertation research & writing for construction students* (2nd ed). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Nasir, A. R. M., Che-Ani, A. I., Surat, M., Tawil, N. M. & Abdullah, N. A. G. (2010). Common toilet defect in higher education institution: Building condition analysis using CSP1 matrix. *Journal of Building Performance*, 1 (1), 80-93.
- Neil, J. & Ravindra, K. D. (1996). *Civil engineering materials* (5th ed). New York: Palgrave.
- Neville, A. M. & Brooks, J. J. (2010). *Concrete technology*. Prentice-Hall.
- Neville, A. M. (1995). *Properties of concrete*. London: Longman.
- Neville, A. M. (2012). *Properties of concrete* (Fifth Edition). Prentice Hall.
- Noor, Z. M., Che-Ani, A. I., Tahir, M. M., Abdullah, N. A. G. & Surat, M. (2010). Impak kerja pembinaan baru terhadap bangunan sekitar: Kajian keretakan bangunan di pusat bandar Puchong, Selangor. *Journal of Surveying, Construction & Property*, 1 (1) 2010, 96-122.
- Norazilan Mazahar. (2017). *Pengurusan kontraktor di peringkat prapembinaan*. UTHM.
- Nurhasyimah Ahmad Zamri, Wan Abdullah Wan Alwi & Hasni Suryani Mat Hassan. (2012). *Kualiti bahan binaan projek perumahan; Kajian kes perumahan Iskandar Perdana, Seri Iskandar*. 1st International Conference on Innovation and Technology for Sustainable Built Environment 2012 (ICITSBE 2012), Perak, Malaysia. 16 – 17 April 2012.

- Nurizan Yahaya. (1998). Kualiti perumahan dan kualiti hidup. *Analisis*, 5 (2), 133-149.
- Ogata, H., Hattori, K. & Hirashi, T. (2006). Consideration of the estimating method of cracks depth of concrete by USPV method. *JSIDRE*, 74 (246), 833-839.
- Olowofoyeku, A. M. & Olutoge, F. A. (2013). Domestication of pundit non-destructive test chart in measuring compressive strength of normal strength concrete subjected to elevated temperature. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7 (1), 1-6.
- Othman Talib. (2010). *SPSS - Suka penyelidikan suka statistik*. Dicapai pada Mac 3, 2014 daripada <http://drotspss.blogspot.my/2010/11/bengkel-spss-suka-penyelidikan-suka.html>.
- Oxdey, T. A. (2002). *Dampress in building; Diagnosis, treatment, instruments*. Butterworth-Heinemann, Great Britain.
- Oz, A. & Turkmen, I. (2010). Relationship between destructive and nondestructive method of concretes containing natural zeolite and blast furnace slag. *Sci. Res. Essays*, 5, 2742-2751.
- Panchdhari, A. C. (2003). *Maintenance of buildings*. New Delhi: New Age International (P) Limited.
- Park, J., Kim, B., Kim, C. & Kim, H. (2011). 3D/4D CAD applicability for life-cycle facility management. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 25 (2), 129-138.
- Patodiya, S.C. (1993). *New trends in achieving durability of concrete*. International Symposium on Innovative World of Concrete, Bangalore, India: Indian Concrete Institute, August 30 – Sept. 3, 1993.
- Pernick, R. (2008). *The clean tech revolution*. New York: Harpercollins.

- Power, T. C. (1968). *The Properties of fresh concrete*. Wiley.
- Preiser, W. F. E. & Vischer, J. C. (2005). *Assessing building performance*. England: Elsevier.
- Pirro, R. (2012). Concrete Evaluation and Repair Techniques. Professional lecture, Sept. 27, 2012.
- Quah, L.K. (1988). *An evaluation of the risks in estimating and tendering for refurbishment work*. (PhD thesis). Herriot-Watt University, Edinburgh, UK.
- Radzuan, N. A. M., Hamdan, W. S., Hamid, M. Y. & Abdullah-Halim, A.H. (2011). The Importance of Building Condition Survey Report for New House Buyers. *Procedia Engineering*, 20, 147-153.
- Radzuan, N. A. M., Hamdan, W. S., Hamid, M. Y. & Abdullah-Halim, A. H. (2011). The importance of building condition survey report for new house buyers. *Procedia Engineering*, 20, 147-153.
- Ralph, W. L. (2008). *Construction of architecture from design to build*. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- Ramly, A. (2006). Link between design and maintenance. *Journal of Building Engineers*, 81 (5).
- Ramly, A. B. (2004). *Panduan kerja-kerja pemeriksaan kecacatan bangunan*. Kuala Lumpur: Institut Pembangunan Bandar dan Bangunan (BUDI).
- Ramly, Ahmad (2007). Process of concervation: Dilapilation survey & report. Paper Presented at Conservation of Historic Buildings and Monuments, Niko Hotel. Faculty of Built Environment, Universiti Malaya & The DeBahagianment of National Heritage, Ministry of The Culture, Art and Heritage Malaysia,
- Ransom, W. H. (1981). *Building failures: Diagnosis and avoidance*. New York: E & F.N Spon.

- Rees, W. E. (1999). The built environment and the ecosphere: A global perspective. *Building Research & Information*, 27 (4/5), 206-220.
- Reffat, R. (2004). *Sustainable construction in developing countries*. The First Architectural International Conference, Cairo University, Egypt.
- Roaf, S., Crichton, D. & Nicol, F. (2005). *Adapting buildings and cities for climate change*. Oxford: Elsevier.
- Rosalind, T. & Alan, P. (1994). Total quality management in research and development. *The TQM Magazine*, 6 (1), 26-34.
- Rucker, W., Hillie, F. & Rohrmann, R. (2006). *Guidelines for the Assessment of Existing Structures* (SAMCO Final report). Federal Institute of Material Research and Testing (BAM), Berlin: Germany,
- Saleh, M. (2010). *Construction project scheduling and control*. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- Samia, H. & Mohamed, N. G. (2012). Application of the combined method for evaluating the compressive strength of concrete on site. *Open Journal of Civil Engineering*, 2, 16-21. doi: <http://dx.doi.org/10.4236/ojce.2012.21003>.
- Samiah, M. H. A., Hamzah, A. R. & Zakaria, H. (2012). Contractors' perception of the use of costs of quality system in Malaysia building construction projects. *International Journal of Project Management*, 30, 827-838.
- Sanjeev Kumar Verma, Sudhir Singh Bhadauria & Saleem Akhtar.(2013). Review of Nondestructive testing methods for condition monitoring of concrete structures. *Journal of Construction Engineering*, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/834572>.
- Sarrela, P. D. & Dermott, R. J. (1996). *Health education evaluation and measurement: A Practitioner's perspective* (2nd Edition). New Jersey: Prentice Hall.

- Schostak, J. F. (2002). *Understanding, designing and conducting qualitative research in education: Framing the project*. Buckingham: Open University Press.
- Sekaran, U. (1999). *Research methods for business*. New York: John Wiley and Sons.
- Shardy Abdullah, Ellemmy Iskandar & Arman Abdul Razak. (2015). Building defects or building failures: Misconception and understanding. *Applied Mechanics and Materials*, 747, 355-358. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.747.355.
- Sharma, S. (1996). *Applied multivariate techniques*. New York: John Wiley and Sons.
- Sulaiman Masri (2005). *Kaedah penyelidikan dan panduan penulisan (esei, proposal, tesis)*. Kuala Lumpur: Utusan Publication & Distributer Sdn. Bhd.
- Swetnam, R. D., Mountford, J. O., Manchester, S. J. M., & Broughton, R. (2004) Agri environmental schemes: Their role in reversing floral decline in the Brue floodplain, Somerset, UK. *Journal of Environmental Management*, 71, 79-93.
- Taival, D. (2007). Financing options to meet building performance and organization goals. *US Business Review*, 10 (5).
- Tan, A. A. L. (2006). *Project management as a dynamic career*. Kuala Lumpur: Venton Publishing (M) Sdn. Bhd.
- Teppe, T. (2007). International growth in the green building industry. Dicapai pada Ogos 15, 2015 daripada <http://earthtrends.wri.org/updates/node/232>.
- The Chartered Institute of Building (CIOB). (1987). *Refurbishment and modernization. Supplement no. 1, The code of estimating practice*, CIOB Engineer, 22: United Kingdom.
- Tipple, G. (2000). *Extending themselves: User initiated transformations of government-built housing in developing countries*. Liverpool: Liverpool University Press.

- Tjia, H. D. & Sharifah Mastura, S. A, (2013). *Sea level changes in Peninsular Malaysia*. Bangi: Penerbit UKM.
- Torrance, J.V. & Hussin, M. (2005). *The Impact of the built environment upon sustainability*. Proceeding at the First International Building Control Conference, ISM, Kuala Lumpur, 26&27 April 2005.
- Tucker, A. L. & Edmondson, A. C. (2013). Why hospitals don't learn from failures: Organizational and psychological dynamics that inhibit system change. *California Management Review*, 45 (2), 55.
- Turgut, P. (2004). Research into the correlation between concrete strength and UPV values. *NDT. net*, 12(12).
- Turgut, P. (2004). Research into the correlation between concrete strength and UPV values. *NDT.net*, 12 (12).
- UNEP. (2006). Sustainable building & construction initiative. Dicapai pada Oktober 12, 2015 daripada <http://www.unep.fr>.
- Unit Perancang Ekonomi. (2016). Isu dalam pengurusan projek pembinaan dan cadangan penambahbaikan. Dicapai pada September 7, 2016 daripada <http://www.epu.gov.my/ms/content/isu-dalam-pengurusan-projek-pembinaan-dan-cadangan-penambahbaikan>.
- Utusan Malaysia. (2012). Pemilik banglo runtuh akan didakwa - Datuk Bandar. Dicapai pada November 14, 2014 daripada http://www.utusan.com.my/utusan/Dalam_Negeri/20121020/dn_06/Pemilik-banglo-runtuh-akan-didakwa---Datuk-Bandar.
- Watt, D.S. (1999). *Building pathology-Principles & practice*. Cambridge: Blackwell Science.

- Wei, P. & Thomas, R. (2015). Defects and their influencing factors of posthandover new-build homes. *J. Perform. Constr. Facil.*, 29, 1–11. doi: .1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000618.
- Westerveld, E. (2003). The project excellence model: Linking success criteria and critical success factors. *International Journal of Project Management*, 21, 411–418.
- White, A., Cannell, M. G. R. & Friend, A. D. (1999). Climate change impacts on ecosystems and the terrestrial carbon sink: a new assessment. *Global Environmental Change*, 9, 21–30.
- Whitehurst, E. A. (1951). Soniscope tests concrete structures. *Journal of the American Concrete Institute*, 47, 443–444.
- Williams, L. D. (2005). *Environmental science demystified*. New York: McGraw-Hill.
- Wong, S. (1996). *Quality in construction: An overview of the report of the construction quality working group*. Paper presented at the National Engineering Conference: Engineering Tomorrow Today, the Darwin Summit.
- Wood, B. (2003). *Building care*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Wordsworth, P. (2011). *Lee's Building Maintenance Management* (4th ed). Blackwell Science.
- Yasamis, F., Arditi, D. & Mohammadi, J. (2002). Assessing contractor quality performance. *Construction Management & Economics*, 20 (3), 211–223.
- Yencken, D. W. D. (2000). *Resetting the compass; Australia journey towards sustainability*. Melbourne: CSIRO Publishing.
- Yip, J. S. L. (2000). New directions of environmental management in construction: accepted levels of pollution. *Structural Survey*, 18 (2), 89–98.

- Yong, Yee Cheong, & Mustaffa, Nur Emma. (2012). Analysis offaktors critical to construction project success in Malaysia. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 19 (5), 543-556. doi: 10.1108/09699981211259612.
- Yuki, S., Horton, B. P., Kemp, A. C., Hawkes, A. D., Nagumo. T. & Nelson, A. R. (2016). Relationships between diatoms and tidal environments in Oregon and Washington, USA. *Diatom Research*, 31 (1), 17 – 38. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/0269249X.2015.1126359>.
- Zaidi, M. A. & Davies, H. (2011). *Constructability: A model framework for knowledge transfer development, a three-country comparison*. Paper presented at the 2nd International Conference on Construction and Project Management, Singapore.
- Zuriani Md. Ali. (2003). *Pengkelasan kecacatan bangunan pada bangunan pangsapuri kuarters kerajaan Presint 9, Putrajaya*. Prosiding Seminar Penyelidikan Jangka Pendek 2003, Universiti Malaya, 11 dan 12 Mac 2003.

Senarai Penerbitan

- Mohd Amran Hasbullah, Rohana Yusof & Mohd Nazaruddin Yusoff, (2015).
Mengenalpasti prestasi rumah menggunakan kedah ukur kondisi. 2nd National Seminar on Northern Corridor Economic Region (NSONCER2015), Sungai Petani, Malaysia, 25-26 Februari 2015.
- Mohd Amran Hasbullah, Rohana Yusof & Mohd Nazaruddin Yusoff, (2016).
Evaluating the strength of concrete structure on terrace houses. Proceedings of the International Conference on Applied Science and Technology 2016 (ICAST'16). AIP Conf. Proc. 1761, 020043-1-020043-6: doi: 10.1063/1.496083 Published by AIP Publishing 978-0-7354-1419-8\$30.00.
- Mohd Amran Hasbullah, Rohana Yusof & Mohd Nazaruddin Yusoff, (2017).
Assesing the performance of concrete structure based on the width of the cracks by using UPV. *Journal of Engineering Sciences and Technology, Special Issue, ISSC 2016*, 17-25.
- Mohd Amran Hasbullah, Rohana Yusof & Mohd Nazaruddin Yusoff, (2018).
Memasyarakatkan ilmu forensik bangunan memberi impak kepada perkembangan perbandaran dan sosio masyarakat. Seminar Kebangsaan Transformasi Sosio-Ekonomi Wilayah Utara ke-3, Ipoh, Malaysia, 2-3 Ogos 2018.

Lampiran 1

Laporan Awal Kerosakan Struktur Bangunan (JKR)

| | |
|-------------|-----------------------------|
| No. Dokumen | : JKR/CKAS.BFS/LAKS/2014/01 |
| No. Pindaan | : 00 |
| Tarikh | : November 2014 |



BAHAGIAN PERKIDMATAN FORENSIK (STRUKTUR)
CAWANGAN KEJURUTERAAN AWAM DAN STRUKTUR
IBU PEJABAT JKR MALAYSIA

LAPORAN AWALAN KEROSAKAN STRUKTUR BANGUNAN

Borang ini hendaklah diisi dengan lengkap dan tepat oleh JKR Daerah.
Borang yang tidak lengkap akan dikembalikan.
Tandakan (✓) dalam kotak yang disediakan.

Nama Bangunan : _____

Tarikh Pemeriksaan : _____

1.0 MAKLUMAT AWALAN

- 1.1 Status Bangunan : Tamat Tempoh Tanggung Kecacatan / DUP ☐ Ya ☐ Tidak
- 1.2 Tahun Dibina : _____
- 1.3 Tahun Bangunan Mula Digunakan : _____
- 1.4 Bila Kerosakan Mula Dikesan : _____

2.0 MAKLUMAT BANGUNAN

2.1 JENIS STRUKTUR

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Konkrit bertetulang | <input type="checkbox"/> IBS / Precast | <input type="checkbox"/> Dinding gias beban |
| <input type="checkbox"/> Kayu | <input type="checkbox"/> Komposit | |

2.2 KEGUNAAN BANGUNAN

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Rumah kediaman | <input type="checkbox"/> Sekolah / Asrama Pelajar |
| <input type="checkbox"/> Pejabat | <input type="checkbox"/> Bangunan bersejarah |
| <input type="checkbox"/> Hospital / Klinik | <input type="checkbox"/> Setor / Penyimpanan barang / Gudang |
| <input type="checkbox"/> Masjid / Tempat Beribadat | <input type="checkbox"/> Lain-lain (sila nyatakan) _____ |

2.3 BILANGAN TINGKAT: _____

2.4 REKABENTUK BANGUNAN

- | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> JKR / Lukisan Piawai | <input type="checkbox"/> Perunding | <input type="checkbox"/> Reka&Bina |
|---|------------------------------------|------------------------------------|

2.5 PENYELIAAN PEMBINAAN BANGUNAN

- | | |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> JKR | <input type="checkbox"/> Project Management Consultant |
| <input type="checkbox"/> Perunding | <input type="checkbox"/> Lain-lain (sila nyatakan) _____ |
| <input type="checkbox"/> Reka & Bina | |

Lampiran 1

3.0 MAKLUMAT KEROSAKAN STRUKTUR

*Tandakan (✓) di tempat berkenaan.
Borang yang tidak lengkap akan dikembalikan.

3.1 Komponen: Rasuk

| BAHAN | JENIS KEROSAKAN | PUNCA KEROSAKAN* | | | | | ULASAN |
|---|--|------------------|----------|-----------|-----------|-------------------|--------|
| | | REKABENTUK | MENDAPAN | PEMBINAAN | KEBAKARAN | KEMEROSOTAN BAHAN | |
| <input type="checkbox"/> KELULI | Pengaratan keluli <i>Corrosion of steel</i> | | | | | | |
| | Keretakan pada keluli <i>Fracture of steel</i> | | | | | | |
| | Penyambungan longgar <i>Loose connections</i> | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> KONKRIT PRATUANG <input type="checkbox"/> KONKRIT BERTETULANG | Keretakan pengucutan <i>Shrinkage crack</i> | | | | | | |
| | Keretakan pada struktur [1] <i>Cracks at concrete</i> | | | | | | |
| | Pelekangan <i>Delamination</i> | | | | | | |
| | Pengelupasan konkrit <i>Spalling</i> | | | | | | |
| | Pengaratan tetulang <i>Corrosion of reinforcement</i> | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> KAYU | Anai-anai <i>Termites</i> | | | | | | |
| | Pengaratan pada skru & nal <i>Corrosion of bolt & nut</i> | | | | | | |
| | Reput <i>Rotting</i> | | | | | | |
| | Pelekangan <i>Delamination</i> | | | | | | |
| | Lain-lain (Sila nyatakan): _____ | | | | | | |

NOTA : [1] Keretakan pada struktur hendaklah dikenalpasti setelah lapisan lepaan ditanggalkan.

Lampiran 1

3.0 MAKLUMAT KEROSAKAN STRUKTUR

*Tandakan (✓) di tempat berkenaan.
Borang yang tidak lengkap akan dikembalikan.

3.2 Komponen : Papak

| BAHAN | JENIS KEROSAKAN | PUNCA KEROSAKAN* | | | | | ULASAN |
|---|--|------------------|----------|-----------|-----------|-------------------|--------|
| | | REKABENTUK | MENDAPAN | PEMBINAAN | KEBAKARAN | KEMEROSOTAN BAHAN | |
| <input type="checkbox"/> KELULI | Pengaralan keluli <i>Corrosion of steel</i> | | | | | | |
| | Keretakan pada keluli <i>Fracture at steel</i> | | | | | | |
| | Penyambungan longgar <i>Loose connections</i> | | | | | | |
| | Resapan air <i>Water leak</i> | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> KONKRIT PRATUANG <input type="checkbox"/> KONKRIT BERTETULANG | Keretakan pengecutan <i>Shrinkage crack</i> | | | | | | |
| | Keretakan pada struktur [1] <i>Cracks at concrete</i> | | | | | | |
| | Pelekangan <i>Delamination</i> | | | | | | |
| | Pengelupasan konkrit <i>Spalling</i> | | | | | | |
| | Pengaralan tetulang <i>Corrosion of reinforcement</i> | | | | | | |
| | Resapan air <i>Water leak</i> | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> KAYU | Anal-ana <i>Termites</i> | | | | | | |
| | Pengaralan pada skru & nat <i>Corrosion of bolt & nut</i> | | | | | | |
| | Reput <i>Rotting</i> | | | | | | |
| | Pelekangan <i>Delamination</i> | | | | | | |
| | Resapan air <i>Water leak</i> | | | | | | |
| | Lain-lain (Sila nyatakan): _____ | | | | | | |

NOTA: [1] Keretakan pada struktur hendaklah dikenalpasti setelah lapisan lepaan ditanggalkan.

Lampiran 1

3.0 MAKLUMAT KEROSAKAN STRUKTUR

*Tandakan (✓) di tempat berkenaan.
Borang yang tidak lengkap akan dikembalikan.

3.3 Komponen : Tiang / Dinding (Polong yang mana tidak berkenaan)

| BAHAN | JENIS KEROSAKAN | PUNCA KEROSAKAN* | | | | | ULASAN |
|--|--|------------------|----------|-----------|-----------|-------------------|--------|
| | | REKABENTUK | MENDAPAN | PEMBINAAN | KEBAKARAN | KEMEROSOTAN BAHAN | |
| <input type="checkbox"/> KELULU | Pengaratan keluli <i>Corrosion of steel</i> | | | | | | |
| | Keretakan pada keluli <i>Fracture at steel</i> | | | | | | |
| | Penyambungan longgar <i>Loose connections</i> | | | | | | |
| | Condong <i>Tilt</i> | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> DINDING GALAS BEBAN <input type="checkbox"/> KONKRIT BERTETULANG | Keretakan pengecutan <i>Shrinkage crack</i> | | | | | | |
| | Keretakan pada struktur [1] <i>Cracks at concrete</i> | | | | | | |
| | Pelekangan <i>Delamination</i> | | | | | | |
| | Pengelupasan konkrit <i>Spalling</i> | | | | | | |
| | Pengaratan tetulang <i>Corrosion of reinforcement</i> | | | | | | |
| | Condong <i>Tilt</i> | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> BATA | Keretakan pada bata [2] <i>Cracks at brick</i> | | | | | | |
| | Condong <i>Tilt</i> | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> KAYU | Anai-anai <i>Termites</i> | | | | | | |
| | Pengaratan pada skru & nat <i>Corrosion of bolt & nut</i> | | | | | | |
| | Reput <i>Rotting</i> | | | | | | |
| | Pelekangan <i>Delamination</i> | | | | | | |
| | Condong <i>Tilt</i> | | | | | | |
| | Lain-lain (Sila nyatakan): _____ | | | | | | |

NOTA: [1] Keretakan pada struktur hendaklah dikenalpasti setelah lapisan lepaan ditanggalkan.
[2] Keretakan pada struktur bata hendaklah dikenalpasti setelah lapisan lepaan ditanggalkan.

Lampiran 1

40 MAKLUMAT KEROSAKAN STRUKTUR

*Tandakan (✓) di tempat berkenaan.
Borang yang tidak lengkap akan dikembalikan.

3.4 Komponen : Kekuda Bumbung

| BAHAN | JENIS KEROSAKAN | PUNCA KEROSAKAN* | | | | | ULASAN |
|---|--|------------------|----------|-----------|-----------|-------------------|--------|
| | | REKABENTUK | MENDAPAN | PEMBINAAN | KEBAKARAN | KEMEROSOTAN BAHAN | |
| <input type="checkbox"/> KELULI <input type="checkbox"/> COLD FORMED | Pengaratn keluli Corrosion of steel | | | | | | |
| | Keretakan pada keluli Fracture at steel | | | | | | |
| | Penyambungan longgar Loose connections | | | | | | |
| | Kecacatan kekal Permanent deformations | | | | | | |
| | Berlubang Perforated | | | | | | |
| | Terpiuh Twist | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> KAYU | Anai-anai Termites | | | | | | |
| | Pengaratn pada skru & nai Corrosion of bolt & nut | | | | | | |
| | Reput Rotting | | | | | | |
| | Pelekangan Delamination | | | | | | |
| | Résapan air Water leak | | | | | | |
| | Lain-lain (Sila nyatakan) : _____ | | | | | | |

3.4.1 Ulasan Hasil Pemeriksaan :

(Dokumen-dokumen yang diperlukan berikut adalah penting untuk pemeriksaan lanjut dan hendaklah dikemukakan bersama.
Tandakan (✓) dalam kotak yang disediakan.
Borang yang tidak lengkap akan dikembalikan.

3.4.2 Lukisan terbina kekuda bumbung yang lengkap

☐ Ada ☐ Tiada

3.4.3 Spesifikasi kekuda bumbung

☐ Ada ☐ Tiada

3.4.4 Pengiraan rekabentuk

☐ Ada ☐ Tiada

Lampiran 1

5.0 DOKUMEN BERKAITAN

(Dokumen-dokumen yang diperlukan berikut adalah penting untuk pemeriksaan lanjut dan hendaklah dikemukakan bersama Tandakan (✓) dalam kotak yang disediakan. Borang yang tidak lengkap akan dikembalikan.

- 4.1 Pelan susun atur bangunan
(Sekiranya tiada, sediakan lakaran pelan susun atur bangunan.)

☐ Ada ☐ Tiada
- 4.2 Lukisan struktur terbina yang lengkap
(Sekiranya tiada, sediakan lukisan struktur pelan lantai bangunan.)

☐ Ada ☐ Tiada
- 4.3 Gambar-gambar kerosakan struktur
(Sediakan gambar kerosakan yang berkenaan.)

☐ Ada ☐ Tiada
- 4.4 Laporan perunding

☐ Ada ☐ Tiada
- 4.5 Maklumat aktiviti berhampiran bangunan
(Sekiranya ada, sila nyatakan.)

☐ Ada ☐ Tiada

5.0 ULASAN KESELURUHAN PEMERIKSAAN VISUAL

PEGAWAI PEMERIKSA
(Jurutera Bangunan / Pen. Jurutera Bangunan)

Tandatangan: _____

Nama :

Jawatan :

Email :

No.Telefon :

Tarikh :

PENGESAHAN
(Jurutera Daerah)

Tandatangan: _____

Nama :

Jawatan :

Email :

No.Telefon :

Tarikh :

Lampiran 2.1

BORANG A BORANG SOAL SELIDIK PEMILIK RUMAH

BAHAGIAN A Bertujuan untuk mendapatkan maklumat hubungan diantara pemilik rumah dan pengamal binaan semasa proses pengubahsuaian dilakukan.

Arahan: Sila tandakan (✓) dalam petak yang disediakan dengan maklumat yang berkaitan.

1. Nama taman perumahan anda

| | |
|--------------------------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> | Taman Desa Ilmu |
| <input type="checkbox"/> | Taman Sama Indah |
| <input type="checkbox"/> | Taman Univista |
| <input type="checkbox"/> | Taman Bestari Jaya |
| <input type="checkbox"/> | Midway Garden |

2. Latarbelakang pendidikan dan bidang pengajian

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Ijazah Kedoktoran / Sarjana |
| <input type="checkbox"/> | Ijazah Sarjana Muda |
| <input type="checkbox"/> | Diploma |
| <input type="checkbox"/> | Sijil / Pra Diploma |
| <input type="checkbox"/> | Sekolah |

3. Jenis rumah kediaman anda;

| | | | |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> | Kosrendah | <input type="checkbox"/> | Sesebuah / banglo |
| <input type="checkbox"/> | Kos sederhana rendah | <input type="checkbox"/> | Teres setingkat |
| <input type="checkbox"/> | Kos sederhana | <input type="checkbox"/> | Berkembar setingkat |
| <input type="checkbox"/> | Kos sederhana tinggi | <input type="checkbox"/> | Teres dua tingkat |
| <input type="checkbox"/> | Kos tinggi | <input type="checkbox"/> | Berkembar dua tingkat |

4. Ruang / elemen kediaman yang telah diubahsuaikan (anda boleh memilih lebih daripada satu ruang / elemen);

| | | | |
|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Anjung kereta | <input type="checkbox"/> | Setor |
| <input type="checkbox"/> | Ruang tamu | <input type="checkbox"/> | Tembok |
| <input type="checkbox"/> | Ruang makan | <input type="checkbox"/> | Bumbung |
| <input type="checkbox"/> | Bilik tidur | <input type="checkbox"/> | Pagar |
| <input type="checkbox"/> | Ruang dapur | <input type="checkbox"/> | Apron / kaki lima |
| <input type="checkbox"/> | Tandas | <input type="checkbox"/> | Lain-lain, nyatakan _____ |

5. Dianggarkan rumah anda siap dibina pada tahun;

| | |
|--------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | 2006–2007 |
| <input type="checkbox"/> | 2008–2009 |
| <input type="checkbox"/> | 2010–2011 |
| <input type="checkbox"/> | 2012 – 2013 |
| <input type="checkbox"/> | 2014 - 2015 |

6. Dianggarkan rumah anda siap diubahsuaikan pada tahun;

| | |
|--------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | 2006–2007 |
| <input type="checkbox"/> | 2008–2009 |
| <input type="checkbox"/> | 2010–2011 |
| <input type="checkbox"/> | 2012 – 2013 |
| <input type="checkbox"/> | 2014 - 2015 |

7. Adakah anda mendapatkan kebenaran Pihak Berkuasa Tempatan sebelum melakukan pengubahsuaian rumah?

| | | |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ya | <input type="checkbox"/> Tidak | <input type="checkbox"/> Tidak pasti |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|

Lampiran 2.1

8. Adakah anda mempunyai perjanjian bertulis 'agreement' dengan pengamal binaan berkenaan?

☐ Ya

☐ Tidak

☐ Tidak pasti

9. Adakah anda pasti pengubahsuaian telah dilakukan oleh kontraktor bertauliah?

☐ Ya

☐ Tidak

☐ Tidak pasti

10. Adakah anda telah menyiasat latarbelakang (prestasi) kontraktor berkenaan sebelum berkerjasama?

☐ Ya

☐ Tidak

☐ Tidak pasti

11. Adakah anda menggunakan khidmat perunding rekabentuk dalam menyediakan pelan cadangan pengubahsuaian?

☐ Ya

☐ Tidak

☐ Tidak pasti

12. Adakah pengamal binaan menyediakan pelan struktur / kejuruteraan rumah sebelum proses pengubahsuaian rumah?

☐ Ya

☐ Tidak

☐ Tidak pasti

13. Adakah pengamal binaan telah mengkaji aspek sejarah asal rumah sebelum proses pengubahsuaian?

☐ Ya

☐ Tidak

☐ Tidak pasti

14. Adakah pengamal binaan telah melakukan sambungan diantara struktur binaan asal rumah dengan struktur binaan baru (pengubahsuaian) mengikut kaedah pembinaan yang sepatutnya sebelum proses pengubahsuaian?

☐ Ya

☐ Tidak

☐ Tidak pasti

15. Adakah kos pengubahsuaian telah membincangkan dengan jelas oleh pengamal binaan sebelum persetujuan?

☐ Ya (kos tetap)

☐ Tidak (ada perubahan berbanding semasa perbincangan)

☐ Tidak pasti

16. Adakah anda terlibat dalam pembelian peralatan / bahan binaan yang sesuai untuk kerja-kerja pengubahsuaian rumah anda seperti pasir, batu-bata, kemas bumbung dan sebagainya?

☐ Ya (terlibat sepenuhnya dalam pemilihan dan pembelian bahan binaan)

☐ Tidak

☐ Tidak pasti (hanya untuk kemas seperti cat, daun pintu dan tingkap)

17. Anda kenalpasti terdapat penggunaan asas 'footing' atau cerucuk 'piling' semasa pengubahsuaian rumah;

☐ Ya

☐ Tidak

☐ Tidak pasti

18. Anda kenalpasti terdapat penggunaan rasuk 'beam' semasa pengubahsuaian rumah anda;

☐ Ya

☐ Tidak

☐ Tidak pasti

19. Anda kenalpasti terdapat penggunaan tiang 'column' semasa pengubahsuaian rumah anda;

☐ Ya

☐ Tidak

☐ Tidak pasti

20. Anda kenalpasti terdapat penggunaan 'intel' ambang atas di bingkai pintu dan tingkap semasa pengubahsuaian rumah anda;

☐ Ya

☐ Tidak

☐ Tidak pasti

Lampiran 2.1

21. Anda kenalpasti terdapat kerja-kerja pengorekan dan pembuangan tanah semasa proses pengubahsuaian rumah anda;
- ☐ Ya ☐ Tidak ☐ Tidak pasti
22. Anda kenalpasti terdapat proses pemadatan tanah semasa pengubahsuaian rumah dilakukan;
- ☐ Ya ☐ Tidak ☐ Tidak pasti
23. Adakah anda pasti kontraktor / pengurus projek terlibat sepenuhnya semasa proses pengubahsuaian rumah dilakukan?
- ☐ Ya (kontraktor terlibat sepenuhnya / sepanjang masa di tapak)
☐ Tidak (hanya buruh binaan terlibat sepenuhnya di tapak, kontraktor tidak kelihatan)
☐ Tidak pasti
24. Adakah pengamal binaan menyediakan pelan tindakan / alternatif jika berlaku kesulitan seperti hujan dan sebagainya?
- ☐ Ya ☐ Tidak ☐ Tidak pasti
25. Adakah anda berpuashati dengan hasil pasca pengubahsuaian rumah tersebut?
- ☐ Ya ☐ Tidak ☐ Tidak pasti
26. Adakah anda pasti rumah anda tidak mempunyai kesan-kesan kecacatan atau kerosakan pasca pengubahsuaian?
- ☐ Ya ☐ Tidak ☐ Tidak pasti
27. Adakah rumah anda telah disiapkan dalam tempoh masa sebagaimana yang dipersetujui?
- ☐ Ya ☐ Tidak ☐ Tidak pasti
28. Adakah anda pasti pengamal binaan mementingkan hasil kualiti kerja pembinaan?
- ☐ Ya ☐ Tidak ☐ Tidak pasti
29. Adakah anda pasti pengamal binaan bijak menguruskan bahan-binaan iaitu kurang pembaziran?
- ☐ Ya ☐ Tidak ☐ Tidak pasti
30. Adakah anda pasti pengamal binaan telah menguruskan pekerja / buruh binaan secara berhemah?
- ☐ Ya (buruh berdisiplin dan kebajikan dijaga)
☐ Tidak (buruh berterabur dan ponteng)
☐ Tidak pasti
31. Adakah anda menyelenggarakan rumah secara berhemah mengikut kesesuaian yang sepatutnya bagi memastikan rumah sentiasa berprestasi terbaik.
- ☐ Ya ☐ Tidak ☐ Tidak pasti
32. Selepas pengubahsuaian, adakah kerja-kerja pembaikan (melibatkan kos) pernah dilakukan?
- ☐ Ya ☐ Tidak ☐ Tidak pasti
33. Anda pasti bahawa rumah anda berada dalam prestasi baik walaupun terdapat kesan-kesan kecacatan / kerosakan?
- ☐ Ya ☐ Tidak ☐ Tidak pasti
34. Dianggarkan pada bilakah rumah anda dikesan mengalami kerosakan atau kecacatan pasca pengubahsuaian?
- ☐ Kurang 1 tahun
☐ 1 hingga 2 tahun
☐ 2 hingga 3 tahun
☐ Lebih 3 tahun
☐ Tidak pasti

Lampiran 2.1

BAHAGIAN B Bahagian ini bertujuan untuk mendapatkan pandangan pemilik rumah tentang aspek pengubahsuaian rumah secara umum bagi tujuan meminimumkan kecacatan pasca pengubahsuaian dan juga penambahbaikan.

Arahan: Sila tandakan pilihan yang anda fikirkan sesuai berdasarkan skala 1 (amat tidak setuju) hingga 5 (amat setuju) bagi soalan-soalan di bawah.

| Bil. | Item | Amat Tidak Setuju (1) | Tidak Setuju (2) | Tidak Kisah (3) | Setuju (4) | Amat Setuju (5) |
|------|--|--------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| 1. | Hanya rumah yang mengemukakan Pelan Struktur cadangan pengubahsuaian kepada PBT (Pihak Berkuasa Tempatan) diberi keuluan pembinaan (semua skala). | | | | | |
| 2 | Pemilik rumah perlu mendapat nasihat PBT sebelum bekerjasama dengan pengamal binaan dalam aspek peraturan perundangan dan risiko. | | | | | |
| 3 | PBT harus pastikan hanya kontraktor berdaftar sahaja dibenarkan mengendalikan proses pengubahsuaian rumah. | | | | | |
| 4 | Pengamal binaan perlu mengenalpasti prestasi struktur konkrit semasa rumah asal sebelum ia memulakan proses pengubahsuaian rumah. | | | | | |
| 5 | Pemilik rumah seharusnya mempunyai perjanjian bertulis 'agreement' yang sah sebelum bekerjasama dengan pengamal binaan. | | | | | |
| 6 | Pengamal binaan perlu menyediakan jaminan hayat 'warranty period' setelah tamat proses pengubahsuaian rumah (mengikut terma dan syarat). | | | | | |
| 7 | Kecacatan / kerosakan pada fizikal dan struktur rumah adaiah dibawah tanggungan pengamal binaan sepenuhnya (mengikut terma dan syarat). | | | | | |
| 8 | Hak jaminan hayat 'warranty period' dengan sendirinya terbatal jika pemilik rumah gagal menyelenggarakan rumah dengan baik (mengikut terma dan syarat). | | | | | |
| 9 | Tempoh menyiapkan projek pengubahsuaian dipersetujui, iaitu dengan tidak ada lanjutan masa 'extension of time' | | | | | |
| 10 | Kedua-dua pihak faham dengan jelas berhubung cadangan pemilihan bahan binaan yang sesuai. | | | | | |
| 11 | Kedua-dua pihak faham dengan jelas berhubung cadangan kos pengubahsuaian rumah sebelum pembinaan. | | | | | |
| 12 | Bayaran kos pengubahsuaian hanya perlu dibayar setelah selesai proses pengubahsuaian rumah 'hand over'. | | | | | |
| 13 | Pengamal binaan perlu melakukan pemeriksaan jenis tanah | | | | | |
| 14 | Pengamal binaan hanya menggajikan pekerja / buruh binaan yang berkemahiran sahaja. | | | | | |
| 15 | Pengamal binaan perlu bijak menguruskan bahan-binaan bagi mengelakkan kerosakan dan pembaziran. | | | | | |
| 16 | Pengamal binaan perlu bijak menguruskan pelan tindakan / alternatif jika sesuatu perkara diluar jangkaan berlaku (hujan, banjir, kenaikan harga bahan dan sebagainya). | | | | | |
| 17 | Pengamal binaan seharusnya mengutamakan prestasi / kualiti kerja 'workmanship' sebelum penyerahan 'handover'. | | | | | |
| 18 | Pemilik rumah perlu mempunyai pengetahuan asas (teknikal) dalam aspek pengubahsuaian. | | | | | |
| 19 | Pemilik rumah perlu menyiasat latarbelakang atau mengenali kontraktor berkenaan sebelum bekerjasama | | | | | |
| 20 | Pemilik rumah perlu memilih dan membeli sendiri bahan binaan daripada pembekal. | | | | | |

Komen (jika ada)

Lampiran 2.2

BORANG B BORANG PEMERIKSAAN SECARA VISUAL

Borang ini bertujuan untuk mendapatkan maklumbalas daripada pemilik rumah berhubung jenis-jenis kecacatan pada elemen rumah pasca pengubahsuaian bagi tujuan ukur kondisi.

Ubahsuai daripada Borang JKR Laporan Awal Kerosakan Struktur Bangunan, No. Dokumen JK R/CKAS.BFS/LAKS/2014/01

| Bahan | Jenis-jenis kecacatan kmpcnen | KECACATAN STRUKTUR | | | | | | | | | |
|---|--|--------------------|-----|--------|-----|-------|-----|---------|-----|-------|-----|
| | | RASUK | | LANTAI | | TIANG | | DINDING | | | |
| | | SKALA | JUM | SKALA | JUM | SKALA | JUM | SKALA | JUM | SKALA | JUM |
| Binaan Konkrit | Keretakan pengecutan (shrinkage cracks) | | | | | | | | | | |
| | Keretakan pada struktur (cracks of concrete) | | | | | | | | | | |
| | Pelekangan (delamination) | | | | | | | | | | |
| | Pengelupasan konkrit (spalling) | | | | | | | | | | |
| | Pengaratian tetulang (corrosion of reinforcement) | | | | | | | | | | |
| | Resapan air (water leak) | | | | | | | | | | |
| | Condong (tilt) | | | | | | | | | | |
| | Keretakan pada bata (cracks at brick) | | | | | | | | | | |
| * Tandakan skala kecacatan bagi setiap komponen kecacatan | | | | | | | | | | | |

Lampiran 2.3

BORANG C BORANG PEMERIKSAAN STRUKTUR KONKRIT - NDT

Borang ini bertujuan untuk mendapatkan data daripada ujikaji menggunakan peralatan kejuruteraan berhubung kecacatan pada elemen rumah pasca pengubahsuaian bagi tujuan ukur kondisi.

| | | | | | | |
|--|----------------------|----------------|------------|----------------|------------|------------------|
| CSP 2 | JENIS RUMAH | TARIKH | USIA RUMAH | TAHUN UBAHSUAI | KONTRAKTOR | BUKAN KONTRAKTOR |
| | | | | | | |
| SKALA RETAK - DAN PENGUJIAN | | | | | | |
| No. Sampel | Rumah | SCHMIDT HAMMER | | | | |
| TAMAN | A B C D E | PUNDIT | | | | |
| RUMAH | 1 2 3 4 5 6 7 8 | No. Sampel | 1st | 2nd | 3rd | Concrete Quality |
| RUANG | STRUKTUR | t1 | | | | |
| Anjung | Dinding | t2 | | | | |
| Ruang Tamu | Tiang | t1 | | | | |
| Ruang Makan | Lantai | t2 | | | | |
| Ruang Dapur | Resuk | t1 | | | | |
| Bilik Tidur | | t2 | | | | |
| Utiliti | SAMBUNGAN | t1 | | | | |
| Tandas | Dinding - Dinding | t2 | | | | |
| Setor | Dinding - Rasuk Atas | t1 | | | | |
| | Dinding - Rasuk Bumi | t2 | | | | |
| LOKAS RETAK | Dinding - Tiang | t1 | | | | |
| | Lantai - Lantai | t2 | | | | |
| Luar | Lantai - Dinding | t1 | | | | |
| Dalam | Lantai - Rasuk Bumi | t2 | | | | |
| BORANG C BORANG PENILAIAN STRUKTUR KONKRIT - NDT | | | | | | |

Lampiran 3.1

Impak Prestasi Rumah

output_impak_linear regression

| Variables Entered/Removed ^b | | | |
|--|---|-------------------|--------|
| Model | Variables Entered | Variables Removed | Method |
| 1 | memilih dan membeli, faham dgn jelas, pengetahuan asas, tanggungan, alternatif, warranty period, kos pengubahsuaian, gagal ^a | | Enter |

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: prestasi baik

| Model Summary | | | | |
|---------------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
| 1 | .732 ^a | .536 | .472 | .672 |

a. Predictors: (Constant), memilih dan membeli, faham dgn jelas, pengetahuan asas, tanggungan, alternatif, warranty period, kos pengubahsuaian, gagal

Lampiran 3.1

ANOVA^b

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|----|-------------|-------|-------------------|
| 1 | Regression | 30.268 | 8 | 3.783 | 8.373 | .000 ^a |
| | Residual | 26.210 | 58 | .452 | | |
| | Total | 56.478 | 66 | | | |

a. Predictors: (Constant), memilih dan membeli, faham dgn jelas, pengetahuan asas, tanggungan, alternatif, warranty period, kos pengubahsuaian, gagal

b. Dependent Variable: prestasi baik

Lampiran 3.1b

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|---------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | 1.696 | .892 | | 1.902 | .062 |
| | warranty period | -.081 | .170 | -.065 | -.475 | .637 |
| | tanggungan | -.202 | .292 | -.110 | -.693 | .491 |
| | gagal | .719 | .187 | .606 | 3.840 | .000 |
| | faham dgn jelas | 1.089 | .192 | .736 | 5.670 | .000 |
| | kos pengubahsuaian | -.855 | .173 | -.760 | -4.954 | .000 |
| | alternatif | -.503 | .145 | -.468 | -3.459 | .001 |
| | pengetahuan asas | .025 | .115 | .025 | .221 | .826 |
| | memilih dan membeli | -.056 | .122 | -.052 | -.456 | .650 |

a. Dependent Variable: prestasi baik

Lampiran 3.2

Keselamatan

output_keselamatan_linear regression

Variables Entered/Removed^b

| Model | Variables Entered | Variables Removed | Method |
|-------|---|-------------------|--------|
| 1 | kos (lps ubahsuai), footing, puashati lsp ubahsuai, latar belakang, sambungan, lintel, bijak, libat penuh, kecacatan, kebenaran PBT, pemadatan tanah, kontraktor bertauliah, pembelian, sejarah, perunding rekabentuk, tempoh siap, pelan struktur ^a | | Enter |

- a. All requested variables entered
- b. Dependent Variable: prestasi baik

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .919 ^a | .844 | .790 | .424 |

- a. Predictors: (Constant), kos (lps ubahsuai), footing, puashati lsp ubahsuai, latar belakang, sambungan, lintel, bijak, libat penuh, kecacatan, kebenaran PBT, pemadatan tanah, kontraktor bertauliah, pembelian, sejarah, perunding rekabentuk, tempoh siap, pelan struktur

ANOVA^b

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| 1 | Regression | 47.659 | 17 | 2.803 | 15.576 | .000 ^a |
| | Residual | 8.819 | 49 | .180 | | |
| | Total | 56.478 | 66 | | | |

- a. Predictors: (Constant), kos (lps ubahsuai), footing, puashati lsp ubahsuai, latar belakang, sambungan, lintel, bijak, libat penuh, kecacatan, kebenaran PBT, pemadatan tanah, kontraktor bertauliah, pembelian, sejarah, perunding rekabentuk, tempoh siap, pelan struktur
- b. Dependent Variable: prestasi baik

Lampiran 3.2

| Coefficients ^a | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|------|
| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | Sig. |
| | | B | Std. Error | Beta | |
| 1 | (Constant) | 3.448 | .966 | | .001 |
| | kebenaran PBT | -.292 | .268 | -.118 | .280 |
| | puashati lps ubahsuai | -.061 | .093 | -.057 | .511 |
| | kontraktor bertauliah | .541 | .136 | .371 | .000 |
| | latar belakang | .019 | .146 | .016 | .897 |
| | perunding rekabentuk | -1.934 | .605 | -.568 | .002 |
| | kecacatan | -.440 | .157 | -.261 | .007 |
| | tempoh siap | 1.225 | .171 | .869 | .000 |
| | pembelian | -.184 | .155 | -.129 | .241 |
| | pelan struktur | 1.338 | .451 | .534 | .005 |
| | sejarah | .270 | .171 | .192 | .122 |
| | sambungan | -.024 | .155 | -.017 | .876 |
| | footing | .128 | .214 | .076 | .554 |
| | lintel | .267 | .083 | .267 | .002 |
| | pemadatan tanah | -.187 | .139 | -.172 | .185 |
| | bijak | -.228 | .125 | -.224 | .075 |
| | libat penuh | -1.252 | .131 | -.795 | .000 |
| | kos (lps ubahsuai) | .153 | .119 | .100 | .204 |

a. Dependent Variable: prestasi baik

Lampiran 3.3

Punca Kecacatan

Output (punca)_linear regression

| Variables Entered/Removed ^b | | | |
|--|--|-------------------|--------|
| Model | Variables Entered | Variables Removed | Method |
| 1 | prestasi baik, bijak, footing, perjanjian bertulis, kos (lps ubahsuai), bincang, kualiti kerja, column, sambungan, rosak (lps ubahsuai), selenggara rumah, pembelian, puashati lsp ubahsuai, libat penuh, kontraktor bertaualiah, sejarah, lintel, kebenaran PBT, korek dan buang tanah, pemadatan tanah, tempoh siap, perunding rekabentuk, pelan struktur ^a | | Enter |

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: kecacatan

Lampiran 3.3

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .891 ^a | .794 | .683 | .308 |

a. Predictors: (Constant), prestasi baik, bijak, footing, perjanjian bertulis, kos (lps ubahsuai), bincang, kualiti kerja, column, sambungan, rosak (lps ubahsuai), selenggara rumah, pembelian, puashati lps ubahsuai, libat penuh, kontraktor bertauliah, sejarah, lintel, kebenaran PBT, korek dan buang tanah, pemadatan tanah, tempoh siap, perunding rekabentuk, pelan struktur

ANOVA^b

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|----|-------------|-------|-------------------|
| 1 | Regression | 15.708 | 23 | .683 | 7.193 | .000 ^a |
| | Residual | 4.083 | 43 | .095 | | |
| | Total | 19.791 | 66 | | | |

a. Predictors: (Constant), prestasi baik, bijak, footing, perjanjian bertulis, kos (lps ubahsuai), bincang, kualiti kerja, column, sambungan, rosak (lps ubahsuai), selenggara rumah, pembelian, puashati lps ubahsuai, libat penuh, kontraktor bertauliah, sejarah, lintel, kebenaran PBT, korek dan buang tanah, pemadatan tanah, tempoh siap, perunding rekabentuk, pelan struktur

b. Dependent Variable: kecacatan

Lampiran 3.3

| Coefficients ^a | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
| | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | 3.229 | 1.720 | | 1.877 | .067 |
| | kebenaran PBT | -.580 | .258 | -.396 | -2.253 | .029 |
| | puashati lps ubahsuai | -.122 | .082 | -.193 | -1.497 | .142 |
| | perjanjian bertulis | -.066 | .691 | -.041 | -.095 | .925 |
| | kontraktor bertauliah | .132 | .162 | .152 | .811 | .422 |
| | perunding rekabentuk | -.957 | .849 | -.475 | -1.128 | .266 |
| | tempoh siap | .308 | .232 | .369 | 1.324 | .193 |
| | rosak (lps ubahsuai) | -.171 | .094 | -.380 | -1.826 | .075 |
| | pembelian | -.131 | .172 | -.155 | -.765 | .448 |
| | pelan struktur | .272 | .673 | .184 | .404 | .688 |
| | sejarah | .281 | .193 | .339 | 1.458 | .152 |
| | sambungan | -.370 | .144 | -.425 | -2.573 | .014 |
| | footing | .676 | .246 | .682 | 2.745 | .009 |
| | column | .001 | .184 | .001 | .004 | .997 |
| | lintel | .026 | .093 | .044 | .282 | .779 |
| | korek dan buang tanah | .514 | .252 | .542 | 2.039 | .048 |
| | pemadatan tanah | .128 | .186 | .198 | .685 | .497 |
| | kualiti kerja | .035 | .183 | .053 | .189 | .851 |
| | bijak | .286 | .172 | .474 | 1.660 | .104 |
| | libat penuh | -.374 | .231 | -.401 | -1.620 | .113 |
| | bincang | .083 | .168 | .074 | .495 | .623 |
| | selenggara rumah | .080 | .121 | .143 | .660 | .513 |
| | kos (lps ubahsuai) | -.076 | .146 | -.084 | -.518 | .607 |
| | prestasi baik | -.302 | .158 | -.510 | -1.910 | .063 |

a. Dependent Variable: kecacatan

Lampiran 3.4

Pengamal Binaan

output (pengamal binaan)_linear regression

| Variables Entered/Removed ^b | | | |
|--|---|-------------------|--------|
| Model | Variables Entered | Variables Removed | Method |
| 1 | prestasi baik, bijak, footing, perjanjian bertulis, kos (lps ubahsuai), jenis rumah , bincang, sambungan, alternatif, beam, sejarah, selenggara rumah, pemadatan tanah, column, libat penuh, kebenaran PBT, kecacatan, pendidikan, rosak (lps ubahsuai), perunding rekabentuk, korek dan buang tanah, pelan struktur ^a | | Enter |

- a. All requested variables entered.
- b. Dependent Variable: kontraktor bertauliah

Lampiran 3.4

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .927 ^a | .860 | .789 | .291 |

a. Predictors: (Constant), prestasi baik, bijak, footing, perjanjian bertulis, kos (lps ubahsuai), jenis rumah , bincang, sambungan, alternatif, beam, sejarah, selenggara rumah, pemadatan tanah, column, libat penuh, kebenaran PBT, kecacatan, pendidikan, rosak (lps ubahsuai), perunding rekabentuk, korek dan buang tanah, pelan struktur

ANOVA^b

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| 1 | Regression | 22.785 | 22 | 1.036 | 12.244 | .000 ^a |
| | Residual | 3.722 | 44 | .085 | | |
| | Total | 26.507 | 66 | | | |

a. Predictors: (Constant), prestasi baik, bijak, footing, perjanjian bertulis, kos (lps ubahsuai), jenis rumah , bincang, sambungan, alternatif, beam, sejarah, selenggara rumah, pemadatan tanah, column, libat penuh, kebenaran PBT, kecacatan, pendidikan, rosak (lps ubahsuai), perunding rekabentuk, korek dan buang tanah, pelan struktur

b. Dependent Variable: kontraktor bertaualiah

Lampiran 3.4

| Coefficients ^a | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|------|
| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | Sig. |
| | | B | Std. Error | Beta | |
| 1 | (Constant) | 4.711 | 1.156 | | .000 |
| | pendidikan | .028 | .057 | .065 | .625 |
| | jenis rumah | .066 | .095 | .072 | .492 |
| | kebenaran PBT | .957 | .213 | .564 | .000 |
| | perjanjian bertulis | -1.327 | .292 | -.718 | .000 |
| | perunding rekabentuk | 1.648 | .584 | .706 | .007 |
| | kecacatan | -.160 | .146 | -.138 | .280 |
| | rosak (lps ubahsuai) | -.335 | .092 | -.643 | .001 |
| | pelan struktur | -2.672 | .557 | -1.556 | .000 |
| | sejarah | -.392 | .126 | -.408 | .003 |
| | sambungan | .101 | .147 | .101 | .496 |
| | footing | -.624 | .186 | -.545 | .002 |
| | beam | .291 | .090 | .355 | .002 |
| | column | .203 | .180 | .138 | .266 |
| | korek dan buang tanah | -.131 | .222 | -.119 | .559 |
| | pemadatan tanah | .637 | .139 | .855 | .000 |
| | bijak | .205 | .130 | .294 | .121 |
| | libat penuh | .346 | .148 | .321 | .024 |
| | alternatif | -.145 | .162 | -.164 | .378 |
| | bincang | .051 | .127 | .039 | .688 |
| | selenggara rumah | .542 | .083 | .836 | .000 |
| | kos (lps ubahsuai) | -.415 | .096 | -.396 | .000 |
| | prestasi baik | -.069 | .088 | -.100 | .437 |

a. Dependent Variable: kontraktor bertauliah

Lampiran 3.5

Kepuasan

Output (kepuasan)_linear regression

| Variables Entered/Removed ^b | | | |
|--|---|-------------------|--------|
| Model | Variables Entered | Variables Removed | Method |
| 1 | memilih dan membeli, pendidikan, pengetahuan asas, menyiasat, warranty period, jenis tanah, extention of time, tanggungan, nasihat PBT, buruh binaan, kos pengubahsuaian ^a | | Enter |

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: puashati lps ubahsuai

| Model Summary | | | | |
|---------------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
| 1 | .808 ^a | .653 | .584 | .558 |

a. Predictors: (Constant), memilih dan membeli, pendidikan, pengetahuan asas, menyiasat, warranty period, jenis tanah, extention of time, tanggungan, nasihat PBT, buruh binaan, kos pengubahsuaian

Lampiran 3.5

ANOVA^b

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|----|-------------|-------|-------------------|
| 1 | Regression | 32.311 | 11 | 2.937 | 9.419 | .000 ^a |
| | Residual | 17.152 | 55 | .312 | | |
| | Total | 49.463 | 66 | | | |

a. Predictors: (Constant), memilih dan membeli, pendidikan, pengetahuan asas, menyiasat, warranty period, jenis tanah, extention of time, tanggungan, nasihat PBT, buruh binaan, kos pengubahsuaian

b. Dependent Variable: puashati lps ubahsuai

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|---------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | 5.140 | .852 | | 6.032 | .000 |
| | pendidikan | -.113 | .081 | -.190 | -1.399 | .168 |
| | nasihat PBT | -.280 | .118 | -.344 | -2.372 | .021 |
| | warranty period | -.356 | .134 | -.307 | -2.666 | .010 |
| | tanggungan | -.128 | .210 | -.074 | -.607 | .546 |
| | extention of time | -.304 | .162 | -.290 | -1.880 | .065 |
| | kos pengubahsuaian | .441 | .169 | .419 | 2.605 | .012 |
| | jenis tanah | -.222 | .136 | -.222 | -1.629 | .109 |
| | buruh binaan | .510 | .130 | .588 | 3.915 | .000 |
| | pengetahuan asas | -.314 | .101 | -.328 | -3.093 | .003 |
| | menyiasat | -.272 | .149 | -.262 | -1.824 | .074 |
| | memilih dan membeli | .186 | .110 | .185 | 1.690 | .097 |

a. Dependent Variable: puashati lps ubahsuai

Lampiran 4.1

Skor Pemeriksaan Visual (CSP1/BCA) Di TDI

| DINDING | TDI1 | TDI2 | TDI3 | TDI4 | TDI5 | TDI6 | TDI7 | TDI8 | TDI9 | TDI10 | TDI11 | TDI12 | TDI13 | TDI14 | TDI15 | TDI16 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Retak Pengecutan | 8 | 8 | 12 | 8 | 12 | 8 | 8 | 12 | 12 | | | 8 | | | | |
| Pengelupasan Konkrit | 12 | | 20 | | | | | 12 | | | | 12 | | | | |
| Resap air | 12 | | 20 | | 12 | | 8 | 16 | 8 | 8 | | 12 | 12 | | | |
| Retak Bata | 16 | 12 | 20 | 12 | 12 | 12 | 12 | 20 | 20 | 12 | 12 | 20 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| JUMLAH | 49 | 21 | 72 | 21 | 36 | 21 | 30 | 60 | 41 | 21 | 12 | 53 | 24 | 30 | 21 | 21 |
| RASUK | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | | 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Struktur | | 12 | | | 12 | | | | | | | | | | | |
| Pengelupasan Konkrit | | 12 | | | 12 | | | | | | | | | | | |
| JUMLAH | 0 | 36 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LANTAI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | | | | 8 | | 8 | | | | | 8 | | | | | |
| Retak Struktur | | | | 12 | | 12 | | | | | 12 | | | | | |
| Pengelupasan Konkrit | | | | 16 | | 16 | | | | | 16 | | | | | |
| JUMLAH | 0 | 0 | 0 | 37 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TIANG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | 8 | | | | | | | 8 | 8 | | 8 | | | | | |
| Retak Struktur | 12 | | | | | | | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | | 12 |
| Pengelupasan Konkrit | | | | | | | | 12 | | | | | | | | |
| Pengaratan Tetulang | | | | | | | | 20 | | | | | | | | |
| Resap air | | | | | | | | | | | | | | | | |
| JUMLAH | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 30 | 12 | 21 | 12 | 12 | 12 | 0 | 12 |
| Matrik Tindakan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Penyelenggaraan Berjadual | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Penyelenggaraan Berdasarkan Keadaan | 2 | 1 | | 2 | | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | | 2 | 1 | 1 |
| Pembaikan | 3 | 4 | 1 | 2 | 5 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| Pemulihan | 1 | | 3 | 1 | | 1 | | 4 | 1 | | 1 | 1 | | | | |
| Pengendalian | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jumlah Kecacatan | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 8 | 6 | 3 | 6 | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| Jumlah Skor Keseluruhan | 70 | 57 | 72 | 58 | 60 | 58 | 30 | 117 | 71 | 33 | 70 | 65 | 36 | 42 | 21 | 33 |
| Skor Prestasi | 12 | 11 | 18 | 12 | 12 | 12 | | 15 | 12 | 11 | 12 | 13 | 12 | 11 | 11 | 11 |

Lampiran 4.2

Skor Pemeriksaan Visual (CSP1/BCA) Di TSI

| DINDING | TS1 | TS2 | TS3 | TS4 | TS5 | TS6 | TS7 | TS8 | TS9 | TS10 | TS11 | TS12 | TS13 | TS14 | TS15 | TS16 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Retak Pengecutan | 9 | | 9 | 9 | 9 | | | 9 | 9 | 9 | | | | 9 | 9 | 12 |
| Pengelupasan Konkrit | 12 | 12 | 9 | | 12 | | | | | 9 | 12 | | 12 | | 12 | 16 |
| Resap air | 12 | 9 | | | 12 | 12 | | 12 | 9 | 12 | | | | | | 12 |
| Retak Bata | 20 | 16 | 12 | 12 | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 16 | 12 | 16 | 20 |
| JUMLAH | 53 | 37 | 30 | 21 | 49 | 24 | 12 | 33 | 30 | 42 | 24 | 12 | 28 | 21 | 37 | 60 |
| RASUK | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Struktur | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pengelupasan Konkrit | | | | | | | | | | | | | | | | |
| JUMLAH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LANTAI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | | | | 9 | | | 9 | | | | 9 | | 9 | | | |
| Retak Struktur | | | | 12 | | | 16 | | | | 12 | | 16 | | | |
| Pengelupasan Konkrit | | | | 16 | | | 16 | | | | 16 | | 16 | | | |
| JUMLAH | 0 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 41 | 0 | 0 | 0 | 37 | 0 | 41 | 0 | 0 | 0 |
| TIANG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | 9 | 9 | 9 | 9 | | | | | | 9 | | | | 9 | 9 | |
| Retak Struktur | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | | | 12 | | 12 | | 12 | 12 | |
| Pengelupasan Konkrit | 12 | | | | | | | | | 12 | | | | 12 | | |
| Pengaratan Tetulang | 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resap air | 12 | 12 | | 9 | 12 | | | | | | | | | | 12 | |
| JUMLAH | 69 | 33 | 21 | 30 | 24 | 12 | 12 | 0 | 0 | 33 | 0 | 12 | 0 | 33 | 33 | 0 |
| Matrik Tindakan | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Penyelenggaraan Berjadual | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Penyelenggaraan Berdasarkan Keadaan | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | | | |
| Pembaikan | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| Pemulihan | 3 | 1 | | 1 | 1 | | 2 | | | | 1 | | 3 | | 1 | 2 |
| Pengantian | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jumlah Kecacatan | 9 | 6 | 5 | 8 | 6 | 3 | 5 | 3 | 3 | 7 | 5 | 2 | 5 | 5 | 6 | 4 |
| Jumlah Skor Keseluruhan | 122 | 70 | 51 | 88 | 73 | 36 | 65 | 33 | 30 | 75 | 61 | 24 | 69 | 54 | 70 | 60 |
| Skor Prestasi | 14 | 12 | 10 | 11 | 12 | 12 | 13 | 11 | 10 | 11 | 12 | 12 | 14 | 11 | 12 | 15 |

Lampiran 4.3

Skor Pemeriksaan Visual (CSP1/BCA) Di UV

| DINDING | UV1 | UV2 | UV3 | UV4 | UV5 | UV6 | UV7 | UV8 | UV9 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Retak Pengecutan | 16 | 12 | 12 | 16 | | 16 | 16 | | 12 |
| Pengelupasan Konkrit | | | 12 | 12 | | | | | 12 |
| Resap air | | | 16 | 12 | | | 12 | 12 | 16 |
| Retak Bata | 12 | 16 | 16 | 20 | 16 | 16 | 20 | 20 | 20 |
| JUMLAH | 28 | 28 | 56 | 60 | 16 | 32 | 48 | 32 | 60 |
| RASUK | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | | | | | | | | | |
| Retak Struktur | | | | | | | | | |
| Pengelupasan Konkrit | | | | | | | | | |
| JUMLAH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LANTAI | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | | | | | | | | | |
| Retak Struktur | | | | | | | | | |
| Pengelupasan Konkrit | | | | | | | | | |
| JUMLAH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TIANG | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | | | 9 | | | | | | |
| Retak Struktur | | | 12 | | 12 | | 12 | | |
| Pengelupasan Konkrit | | | | | | | | | |
| Pengaratian Tetulang | | | | | | | | | |
| Resap air | | | 12 | | 12 | | 12 | | |
| JUMLAH | 0 | 0 | 33 | 0 | 24 | 0 | 24 | 0 | 0 |
| Matrik Tindakan | | | | | | | | | |
| Penyelenggaraan Berjadual | | | | | | | | | |
| Penyelenggaraan Berdasarkan Keadaan | | | 1 | | | | | | |
| Pembaikan | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | | 3 | 1 | 2 |
| Pemulihan | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Penggantian | | | | | | | | | |
| Jumlah Kecacatan | 2 | 2 | 7 | 4 | 3 | 2 | 5 | 2 | 4 |
| Jumlah Skor Keseluruhan | 28 | 28 | 89 | 60 | 40 | 32 | 72 | 32 | 60 |
| Skor Prestasi | 14 | 14 | 13 | 15 | 13 | 16 | 14 | 16 | 16 |

Lampiran 4.4

Skor Pemeriksaan Visual (CSP1/BCA) Di TBJ

| DINDING | TBJ1 | TBJ2 | TBJ3 | TBJ4 | TBJ5 | TBJ6 | TBJ7 | TBJ8 | TBJ9 | TBJ10 | TBJ11 | TBJ12 | TBJ13 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Retak Pengecutan | | 16 | 16 | | 16 | 16 | 12 | | | 20 | | | 16 |
| Pengelupasan Konkrit | | 16 | 16 | | | 16 | | | | 12 | | | |
| Resap air | | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | | | 12 | | 12 | |
| Retak Bata | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 16 | 20 | 20 | 16 | 20 |
| JUMLAH | 20 | 68 | 68 | 36 | 52 | 68 | 48 | 20 | 16 | 64 | 20 | 28 | 36 |
| RASUK | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | 12 | | | | | | | | 12 | | | | |
| Retak Struktur | 12 | | 12 | | | | | | 12 | | | | |
| Pengelupasan Konkrit | | | | | | | | | 12 | | | | |
| JUMLAH | 24 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LANTAI | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Struktur | | | | | | | | | | | | | |
| Pengelupasan Konkrit | | | | | | | | | | | | | |
| JUMLAH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TIANG | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | | | | | | 12 | 16 | | 8 | | | | |
| Retak Struktur | 12 | | | | | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 | 16 | 12 | 16 |
| Pengelupasan Konkrit | | | | | | | | | | | | | |
| Pengaratan Tetulang | | | | | | 20 | | | | | | | |
| Resap air | | | | | | 12 | 12 | | | | | | |
| JUMLAH | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 33 | 12 | 21 | 12 | 16 | 12 | 16 |
| Matrik Tindakan | | | | | | | | | | | | | |
| Penyelenggaraan Berjadual | | | | | | | | | | | | | |
| Penyelenggaraan Berdasarkan Keadaan | | | | | | | | | | | | | |
| Pembaikan | 3 | | 1 | | | 2 | 3 | 1 | 4 | 3 | | 2 | |
| Pemulihan | 1 | 4 | 4 | 2 | 3 | 6 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| Penggantian | | | | | | | | | | | | | |
| Jumlah Kecacatan | 4 | 4 | 5 | 2 | 3 | 8 | 6 | 2 | 6 | 5 | 2 | 3 | 3 |
| Jumlah Skor Keseluruhan | 56 | 68 | 80 | 36 | 52 | 128 | 81 | 32 | 73 | 76 | 36 | 40 | 52 |
| Skor Prestasi | 14 | 17 | 16 | 18 | 17 | 16 | 14 | 16 | 12 | 15 | 18 | 13 | 17 |

Lampiran 4.5

Skor Pemeriksaan Visual (CSP1/BCA) Di MG

| DINDING | MG1 | MG2 | MG3 | MG4 | MG5 | MG6 | MG7 | MG8 | MG9 | MG10 | MG11 | MG12 | MG13 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Retak Pengecutan | 16 | 16 | 12 | 12 | | 12 | | | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Pengelupasan Konkrit | | 16 | 12 | | | 20 | | | 16 | | 12 | 16 | |
| Resap air | 12 | 12 | | 12 | | 16 | | | 12 | | 16 | 16 | |
| Retak Bata | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 16 |
| JUMLAH | 48 | 64 | 44 | 44 | 20 | 68 | 20 | 20 | 64 | 32 | 60 | 64 | 28 |
| RASUK | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Retak Struktur | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Pengelupasan Konkrit | | | | | | | | | | | | | |
| JUMLAH | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LANTAI | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | | | | | 12 | | | | | 12 | | | |
| Retak Struktur | | | | | 12 | | | | | 16 | | | |
| Pengelupasan Konkrit | | | | | 12 | | | | | 12 | | | |
| JUMLAH | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| TIANG | | | | | | | | | | | | | |
| Retak Pengecutan | | 12 | 12 | | 12 | 12 | | | 12 | | | 12 | 12 |
| Retak Struktur | | 12 | 12 | 12 | 16 | 16 | 16 | 12 | 12 | | | 16 | 16 |
| Pengelupasan Konkrit | | | | | | | | | | | | | |
| Pengaratan Tetulang | | 20 | | | | | | | | | | | |
| Resap air | | 12 | 12 | | 12 | | | | 16 | | | 12 | |
| JUMLAH | 0 | 56 | 36 | 12 | 40 | 28 | 16 | 12 | 40 | 0 | 0 | 40 | 28 |
| Matrik Tindakan | | | | | | | | | | | | | |
| Penyelenggaraan Berjadual | | | | | | | | | | | | | |
| Penyelenggaraan Berdasarkan Keadaan | | | | | | | | | | | | | |
| Pembaikan | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 2 | | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| Pemulihan | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| Pertunjangan | | | | | | | | | | | | | |
| Jumlah Kecacatan | 5 | 8 | 6 | 4 | 7 | 6 | 2 | 2 | 7 | 5 | 4 | 7 | 4 |
| Jumlah Skor | 72 | 120 | 80 | 56 | 96 | 96 | 36 | 32 | 104 | 72 | 60 | 104 | 56 |
| Keseluruhan | | | | | | | | | | | | | |
| Skor Prestasi | 14 | 15 | 13 | 14 | 14 | 16 | 8 | 8 | 15 | 14 | 15 | 15 | 14 |

Lamapiran 5
 Ringkasan Eksekutif Ujian NDT 1

| Ru mah | LEBAR RETAK | REBOUND HAMMER | | | PV | UPV | | PURATA SKOR |
|--------|----------------|----------------|------|----|------|------|----|----------------|
| | | MPa | SKOR | | | SKOR | | |
| TDI 1 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 3.5 | B | 10 | 7.3 |
| TDI 2 | 1.17 | 35.8 | B | 8 | 3.5 | B | 10 | 9.7 |
| TDI3 | 2.15 | 0 | 0 | 0 | 2.7 | R | 17 | 11.7 |
| TDI 4 | 1.1 | 27.6 | S | 12 | 4 | B | 8 | 10.7 |
| TDI 5 | 1.43 | 36.1 | B | 7 | 3.3 | S | 12 | 10.3 |
| TDI 6 | 0.8 | 44.4 | SB | 1 | 4.4 | B | 6 | 8.3 |
| TDI 7 | 1.3 | 0 | 0 | 0 | 3.8 | B | 9 | 8.3 |
| TDI 8 | 2.8 | 16.9 | L | 17 | 1.8 | R | 21 | 17.7 |
| TDI9 | 2 | 22.5 | S | 14 | 2.6 | R | 17 | 14.3 |
| TDI 10 | 1.44 | 44.9 | SB | 1 | 3.4 | S | 11 | 7.7 |
| TDI 11 | 1.2 | 34.3 | B | 8 | 3.4 | S | 11 | 10.3 |
| TDI 12 | 1.9 | 38.9 | B | 6 | 2.8 | R | 16 | 11.7 |
| TDI 13 | 0.77 | 41.3 | SB | 4 | 3.9 | B | 8 | 9.0 |
| TDI 14 | 0.97 | 38.6 | B | 6 | 3.6 | B | 10 | 9.0 |
| TDI 15 | 1.25 | 0 | 0 | 0 | 3.6 | B | 10 | 7.0 |
| TDI 16 | 1.44 | 39.2 | B | 6 | 3.5 | B | 10 | 9.0 |
| TSI 1 | 2.57 | 15.5 | L | 18 | 2.17 | R | 20 | 17.3 |
| TSI2 | 2.07 | 23.8 | S | 14 | 2.67 | R | 17 | 14.3 |
| TSI3 | 1.44 | 39.9 | B | 6 | 3.38 | S | 12 | 8.3 |
| TSI4 | 1.16 | 34.9 | B | 8 | 3.62 | B | 10 | 8.7 |
| TSI5 | 1.9 | 41.65 | SB | 4 | 2.82 | R | 16 | 10.7 |
| TSI6 | 0.77 | 43.4 | SB | 2 | 3.98 | B | 8 | 7.3 |
| TSI 7 | 1.21 | 30.15 | B | 10 | 3.56 | B | 10 | 11.0 |
| TSI8 | 1.25 | 0 | 0 | 0 | 3.78 | B | 9 | 6.7 |
| TSI9 | 1.05 | 0 | 0 | 0 | 3.83 | B | 9 | 6.3 |
| TSI 10 | 1.85 | 25.09 | S | 13 | 2.74 | R | 17 | 13.7 |
| TSI 11 | 1.44 | 35.49 | B | 8 | 3.48 | S | 11 | 10.3 |
| TSI 12 | 0.95 | 0 | 0 | 0 | 4.04 | B | 8 | 8.7 |
| TSI 13 | 1.83 | 21.69 | S | 15 | 2.73 | R | 17 | 15.3 |
| TSI 14 | 1.88 | 28.93 | S | 11 | 2.85 | R | 16 | 12.7 |
| TSI15 | 1.93 | 33.49 | B | 9 | 3.2 | S | 13 | 11.3 |
| TSI 16 | 2.75 | 0 | 0 | 0 | 2.16 | R | 20 | 11.7 |
| UV1 | 1.25 | 0 | 0 | 0 | 3.85 | B | 8 | 7.3 |
| UV2 | 1.05 | 0 | 0 | 0 | 4.07 | B | 8 | 7.3 |
| UV3 | 1.85 | 21.22 | S | 15 | 2.87 | R | 16 | 14.7 |
| UV4 | 1.62 | 0 | 0 | 0 | 3.26 | S | 13 | 8.3 |
| UV5 | 1.12 | 28.75 | S | 11 | 3.93 | B | 8 | 10.7 |
| UV6 | 1.67 | 0 | 0 | 0 | 3.12 | S | 14 | 10.0 |
| UV7 | 1.88 | 27.15 | S | 11 | 2.68 | R | 17 | 14.0 |
| UV8 | 1.75 | 0 | 0 | 0 | 3.4 | S | 11 | 9.0 |
| UV9 | 2.46 | 0 | 0 | 0 | 2.28 | R | 19 | 11.3 |
| TBJ 1 | 1.14 | 37.26 | B | 7 | 3.67 | B | 10 | 10.3 |
| TBJ 2 | 2.36 | 19.2 | L | 16 | 2.32 | R | 19 | 17.3 |
| TBJ 3 | 1.43 | 37.2 | B | 7 | 3.24 | S | 13 | 12.0 |
| TBJ 4 | 0.86 | 0 | 0 | 0 | 4.21 | B | 7 | 8.3 |
| TBJ 5 | 1.33 | 0 | 0 | 0 | 3.54 | B | 10 | 9.0 |
| TBJ 6 | 2.57 | 17.15 | L | 17 | 2.06 | R | 20 | 17.7 |
| TBJ 7 | 2 | 22.4 | S | 14 | 2.52 | R | 18 | 15.3 |
| TBJ 8 | 1.44 | 38.7 | B | 6 | 3.37 | S | 12 | 11.3 |
| TBJ 9 | 1.16 | 33.66 | B | 9 | 3.4 | S | 11 | 10.7 |
| TBJ 10 | 1.92 | 40.15 | SB | 5 | 2.86 | R | 16 | 12.0 |
| TBJ 11 | 0.77 | 45.63 | SB | 0 | 4.13 | B | 7 | 8.3 |
| TBJ 12 | 0.92 | 39.8 | B | 6 | 3.97 | B | 8 | 9.0 |

| | | | | | | | | |
|--------|------|-------|----|----|------|---|----|------|
| TBJ 13 | 1.4 | 20.93 | S | 15 | 3.35 | S | 12 | 14.7 |
| MG1 | 1.43 | 37.5 | B | 7 | 3.3 | S | 12 | 11.0 |
| MG2 | 2.57 | 15.95 | L | 18 | 2.25 | R | 19 | 17.3 |
| MG3 | 1.77 | 38.55 | B | 6 | 2.65 | R | 17 | 12.0 |
| MG4 | 1.44 | 36.37 | B | 7 | 3.45 | S | 11 | 10.7 |
| MG5 | 1.43 | 26.69 | S | 12 | 3.47 | S | 11 | 12.3 |
| MG6 | 1.92 | 41.05 | SB | 4 | 2.69 | R | 17 | 12.3 |
| MG7 | 0.93 | 39.82 | B | 6 | 4.16 | B | 7 | 10.3 |
| MG8 | 0.9 | 38.75 | B | 6 | 3.97 | B | 8 | 10.0 |
| MG9 | 2.02 | 21.04 | S | 15 | 2.53 | R | 18 | 16.0 |
| MG10 | 1.56 | 28.3 | S | 11 | 3.19 | S | 14 | 13.0 |
| MG 11 | 2.1 | 0 | 0 | 0 | 2.71 | R | 17 | 10.7 |
| MG12 | 1.91 | 34.89 | B | 8 | 2.7 | R | 17 | 13.3 |
| MG13 | 1.44 | 29.27 | S | 11 | 3.16 | S | 14 | 13.0 |



UUM
Universiti Utara Malaysia

**MENGENALPASTI PRESTASI RUMAH MENGGUNAKAN KAEDAH UKUR
KONDISI
(TO IDENTIFY THE HOME PERFORMANCE BY USING CONDITION SURVEY
METHOD)**

Mohd. Amran Bin Hasbullah

Fakulti Kejuruteraan Awam

Universiti Teknologi MARA Kampus Pasir Gudang

mohdamran@johor.uitm.edu.my

Prof. Madya Dr. Rohana Yusof

Sr. Dr. Mohd nazaruddin Yusoff @Abdul Rahman

GSGSG (Pengurusan Pembangunan)

Universiti Utara Malaysia.

Abstrak

Kaedah ukur kondisi dapat menentukan prestasi rumah semasa, ia sesuai dilakukan sebelum memulakan kerja pembaikan atau pengubahsuaian. Protokol 1 mampu mengenal pasti prestasi rumah secara visual sama ada ia berfungsi, perlu dibaiki, kerosakan serius, struktur tidak berfungsi atau perlu dirobohkan. Manakala kekuatan mampatan dan kualiti struktur konkrit diuji menggunakan Protokol 2. Gabungan kedua-dua protokol 1 dan 2 secara amnya dapat memberi gambaran awal kepada pengamal binaan serta pemilik rumah untuk menentukan kaedah pembinaan, penyelenggaraan atau pengubahsuaian yang lebih sesuai dilakukan serta ia juga mampu menjimatkan masa, kos, kelestarian pembinaan dan impak kepuasan yang optimum.

Kata kunci: Ukur Kondisi, Kecacatan, Prestasi Rumah, Pundit, Smidth Hammer

Pengenalan

Tujuan utama kaedah ukur kondisi ini adalah untuk menerangkan secara ringkas bagaimana untuk menjalankan penilaian keadaan bangunan sebelum melakukan pembaikan dan menaik taraf kerja atau pengubahsuaian. Ini akan menentukan sama ada sebuah bangunan yang bermasalah perlu dirobohkan untuk membina kembali yang lebih baik, membaiki atau memasang, serta mengnelpasti sama ada ia akan menjadi kos efektif dalam konteks keselamatan keseluruhan. Kaedah ini biasa diamalkan bagi kerja-kerja pemuliharaan pada bangunan / monument lama, namun ia juga digunapakai untuk menguji kekuatan mampatan kongkrit bagi mengenalpasti ketepatan spesifikasi atau mutu binaan.

Impak kemerosotan atau kecacatan rumah asal akan mempengaruhi prestasi rumah pasca pengubahsuaian kerana ia boleh menyumbang kepada kerosakan kekal apabila ia tidak dihiraukan dan memerlukan pembaikan segera.

Peraturan

Seksyen 70(16) (b) (Malaysia, 2003) menyifatkan sebagai mendirikan sesuatu bangunan jika menambah atau mengubah mana-mana bahagian sedia ada maka, pengamal binaan perlu

mematuhi semua peringkat dalam proses pembinaan walaupun hanya mengendalikan fasa pengubahsuaian.

Akta Jalan, Parit dan Bagunan 1974 (Akta 133) seksyen 70(16) (b) mentakrifkan pengubahsuaian sebagai mendirikan sesuatu bangunan jika ia menambah atau mengubah mana-mana bahagian sedia ada dengan melibatkan asas tapak baharu, binaan bumbung baharu atau separuh baru, tambahan atas dinding sedia ada atau atas asas tapak sedia ada dan 70(16) (h) membaharui atau membaiki mana-mana bahagian bangunan juga disifatkan sebagai pengubahsuaian (Malaysia, 2001).

Pengubahsuaian yang tidak terancang dan tidak terkawal oleh kehendak Akta 133 dan Undang-undang Kecil Bangunan Seragam 1984 (UKBS) akan mendatangkan masalah kepada atmosfera setempat kerana “tiada seseorang boleh mendirikan sesuatu bangunan tanpa mendapat kebenaran bertulis daripada PBT”.

Isu-isu kondisi binaan

Kejadian anjung banglo runtuh sewaktu dalam pembinaan di Shah Alam (Utusan Malaysia, 19 Oktober 2012), hampir 82% pemilik di skim perumahan melakukan pengubahsuaian (Mahmud, 2010, hlm. 13), terdapat 2119 kecacatan direkodkan di 72 unit rumah teres yang baru siap di Bangi, Selangor (Ishan, 2012), sebanyak 63% daripada unit rumah teres baru siap yang berada pada skala rosak-sederhana rosak (Adi Irfan, 2012) dan rungutan kecacatan bangunan kerap berlaku selepas penyerahan kunci dilakukan (Ahmad, 2004).

Berhubung isu di atas kenapa ia berlaku?, sejauh manakah prestasi rumah asal telah menepati kehendak kualiti dalam aspek kejuruteraan dan penilaian jika masing-masing Dato Bandar Shah Alam, telah mengesahkan bahawa pemilik banglo berkenaan tidak mengemukakan pelan tambahan pengubahsuaian kepada Majlis Bandaraya Shah Alam (MBSA), kemungkinan para arkitek tidak melakukan kajian terperinci kehendak bakal pembeli terutamanya bagi menyediakan keperluan ruang yang sempurna dan selesa (Hamidon Abdullah, 2010), (Highfield, 1987), kualiti pembinaan rumah teres baru siap adalah rendah dan tidak mencapai standard yang boleh diterima (Ishan, 2012) dan kebanyakan kerja-kerja pengubahsuaian yang berskala kecil menggunakan khidmat kontraktor yang tidak berdaftar dengan mana-mana agensi binaan bertauliah (Anuar A., Azlan S.A., 2011).

Dimana letaknya penguatkuasaan Pihak berkuasa Tempatan (PBT)? Isu-isu ini akan memberi kesan jika pengubahsuaian dilakukan pada rumah-rumah berkenaan, kerana ia sedia ada telah mengalami kecacatan.

Kecacatan

Umumnya semua rumah terdedah dengan masalah kecacatan dan kerosakan, jika makin berusia bangunan itu atau berada dalam keadaan terbiar maka semakin cepat dan seriusnya masalah tersebut berlaku (Anuar A., Azlan S.A., 2011). Definisi kecacatan, merosotnya ciri-ciri kualiti dari tahap yang tertentu menyebabkan hasil dan khidmat yang tidak memuaskan seperti keadaan asal atau tidak memenuhi kehendak penggunaan BS 3811 Code of Practice British Standard, (1984). Kecacatan yang terdapat pada rumah yang melibatkan penyenggaraan atau operasi turut dipengaruhi oleh kecacatan yang berlaku dalam proses pembinaan (Josephon dan Hammarlund 1999).

Beberapa kategori keretakan rumah seperti retak estetik, kebolehhidmatan atau kestabilan, bentuk keretakan dan lebar keretakan disamping mengambil kira faktor lokasi, struktur atau elemen bangunan berlakunya keretakan (Eldridge, 1976), (Building Research Establishment (BRE), 1991), (Carillion, 2001), (Johnson, 2002), (Panchdhari, 2003) dan (Ahmad, 2004).

Enam jenis kecacatan yang biasa berlaku iaitu retak, kelembapan, mengelupas, kecacatan mengecat, kekaratan dan reput (Zuraini Md. Ali, 2003), kebocoran, bengkok serta pemendapan (Mohd Zaki Mokhtar, 2006), kecacatan lantai, dinding, pintu and tingkap, siling, bumbung, kelengkapan sanitari dan pemasangan elektrik (Ahmad, 2004).

Berdasarkan analisis faktor kecacatan konkrit di Malaysia, terdapat tujuh jenis kecacatan biasanya berlaku pada struktur konkrit seperti retak, gagal penyambungan, bocor, pengaratan tetulang keluli, pemendapan, '*honeycombed*' dan penyepaian konkrit manakala, terdapat lima faktor utama kecacatan struktur konkrit seperti kesilapan rekabentuk, bahan binaan, geoteknik, kesilapan kaedah pembinaan dan kesilapan tidak diramal (Ahmad, 2004).

Manakala dinding dan lantai merupakan komponen terbesar menyumbang kecacatan (Z.M. Noor et.al., 2010) disamping kemas lepaan sebagai sub-komponen utama menyumbang kecacatan (Ishan et.al, 2012). Kedua-dua komponen dan sub-komponen berkait rapat dengan faktor manusia atau mutu kerja. Senario ini membuktikan bahawa kualiti kerja projek pembinaan tidak mencapai tahap yang diperlukan oleh pembeli atau pemilik rumah.

Kecacatan berlaku akibat kesilapan rekabentuk, kesilapan kaedah pembinaan dan penyalahgunaan bangunan (Mohd Zaki Mokhtar, 2006). Manakala punca kerosakan adalah pergerakan tanah, pembebanan berlebihan terhadap struktur, akibat perubahan fungsi bangunan dan akibat tindakan fizikal atau serangan kimia atau biologi (Ahmad, 2004).

Antara faktor-faktor penyebab keretakan rumah seperti faktor penggunaan dan persekitaran menyebabkan keretakan (Eldridge, 1976), kesilapan pemilihan bahan binaan persekitaran (Carillion, 2001), persekitaran (Panchdhari, 2003) dan kesilapan kerja pembinaan (Ahmad, 2004).

Pemangkin dan Kesan Kecacatan

Mungkin sebahagian daripada faktor-faktor yang disenaraikan di bawah boleh memberi kesan kepada prestasi rumah iaitu kekurangan dalam reka bentuk, kurang perincian berhubung tetulang dalam anggota struktur dan sendi, kualiti pembinaan yang kurang memuaskan, pengaratan tetulang disebabkan oleh persekitaran yang agresif, kepincangan dalam sistem struktur untuk menahan daya sisi akibat bencana alam seperti taufan, banjir dan gempa bumi dan beban muatan yang tidak diduga.

Dua faktor utama penyebab kepada permintaan projek pengubahsuaian iaitu keusangan dan kemerosotan rumah. Keusangan disumbangkan oleh faktor-faktor seperti perubahan fungsi rumah, perubahan keadaan ekonomi, keputusan pelaburan, nilai estatik dan sejarah, perubahan teknologi, permintaan kepada imej baru, keperluan perundangan dan ketahanan elemen bangunan manakala kemerosotan bangunan pula disumbangkan oleh faktor rumah yang disalahgunakan dan kurangnya penyelenggaraan (Anuar A., Azlan S.A., 2011).

Justeru itu jurutera, ahli akademik, jurukur bangunan dan PBTT), dan melalui kajian persuratan mendapati bahawa impak akhir yang dihadapi oleh pemilik rumah dan prestasi rumah terjejas akibat wujudnya pengabaian beberapa aktiviti kelestarian dalam peroses pengubahsuaian rumah. Kualiti pembinaan perumahan juga mencerminkan imej pemaaju (Josephon, P.E & Hammarlund, Y. 1999).

Didapati ketidakmahiran kontraktor, kurangnya pengetahuan, kekurangan pengalaman dan ketidakcekapan buruh, pekerja binaan dan bahan binaan yang bermutu rendah merupakan faktor utama kecacatan bangunan (Harith Khalid, 2004), (Ahmad, 2004) maka, antara impak negatif yang akan wujud seperti mengakibatkan ketergangguan emosi pemilik premis, kelewatan, peningkatan nilai kos ubahsui dan penurunan nilai estetika hartanah, menunjukkan kecacatan kepada rekabentuk fasad bangunan dan memberi kesan sampingan kepada unit kediaman bersebelahan (Mahmud, 2010). Pengamal binaan umumnya hanya beranggapan bahawa penemuan maklumat rekabentuk yang lewat dalam fasa pengubahsuaian hanya memberi impak berskala kecil berbanding pembinaan bangunan baru (Azlan Shah dan Kam, 2011), namun ia tetap membawa kesannya yang tersendiri iaitu kecacatan.

Pengumpulan Data

Tujuan menjalankan ukur kondisi adalah untuk menilai keadaan rumah, ia bagi mengenal pasti tahap kecacatan rumah. Kecacatan biasanya memaparkan gejala awal sebelum menjadi semakin teruk dan menyebabkan kegagalan bangunan. (Adi Ifran *et.al.*, 2012). Diagnosis kerosakan bangunan (DKB) adalah suatu perkara yang paling penting yang perlu diketahui oleh pemeriksa bangunan sebelum mendiagnosis kerosakan bangunan iaitu dengan mengenali tanda dan jenis sesuatu kerosakan bangunan tersebut. Seseorang pemeriksa bangunan menurut Wordsworth (2001), Watt (2002) dan Ingham (2009) mestilah tahu membuat analisis tentang perkara-perkara asas seperti mengenal pasti kesan bagaimana kerosakan bangunan itu boleh menonjolkan sifat fizikalnya, tanda bagaimana sesuatu kerosakan bangunan itu boleh berlaku, kaedah bagaimana sesuatu kerosakan bangunan itu boleh merebak, sifat bagaimana sesuatu kerosakan bangunan itu boleh mempengaruhi lain-lain elemen bangunan dan punca bagaimana sesuatu kerosakan bangunan itu datang sama ada dari satu sumber atau pelbagai sumber penyumbang.

Ukur kondisi terbahagi kepada tiga protokol iaitu Protokol 1, ditakrifkan sebagai pemeriksaan secara visual; Protokol 2, adalah kaedah ujian bukan pemusnah 'non-destructive testing' (NDT); dan Protokol 3, kaedah pengambilan sampel / ujian pemusnah 'destructive testing' (DT). Kajian terawal telah dibuat oleh Pitt (1997) kemudian dikemaskini dan dipermudahkan oleh Adi Irfan (2008) dengan menyediakan kriteria yang direka khusus untuk menilai keadaan rumah iaitu Indeks Kecacatan Rumah (IKS) Ishan *et.al.*, (2012). Pitt (1997) dan Alani (2001) mencadangkan kedudukan kriteria boleh digunakan untuk mana-mana jenis bangunan.

Matriks Condition Survey Protocol CSP (Protokol 1)

Metodologi penyelidikan terbahagi kepada dua proses utama iaitu pemeriksaan fizikal keadaan bangunan dan analisis data yang dikumpulkan. Maksud pemeriksaan visual ialah penggunaan deria penglihatan sebagai medium penyiasat. Pemeriksa bangunan akan mencatat dan menilai hasil pemeriksaanya menggunakan borang semak dan bantuan sebuah kamera digital dengan kemudahan zoom yang ringkas sudah memedai (Ahmad, 2004). Namun begitu terdapat

beberapa peralatan sampingan lain untuk memudahkan pengukuran digunakan seperti lampu suluh, feeler gauges (untuk mengukur lompong, celah dan retak kecil), dan pita ukur.

Ukur kondisi pemeriksaan Matriks CSP (Protokol 1) telah diapakai didalam kajian bertajuk *The Development of Smart School Condition Assessment Based on Condition Survey Protocol (CSP1) Matrix: A Literature Review* oleh N. Hamzah *et. al.* (2010) dan kajian oleh Ishan Ismail *et. al.* (2012) bertajuk *Pembangunan Indeks Kecacatan Rumah Bagi Perumahan Teres*. CSP1 digunakan untuk menilai keadaan rumah.

Setiap kecacatan direkodkan mengikut perincian CSP1, setiap kedudukan penilaian keadaan akan didarabkan dengan kedudukan penilaian keutamaan untuk menentukan matriks prestasi rumah. Skor berwarna hijau, kuning atau merah kemudian digunakan untuk menunjukkan skor dalam setiap satu daripada 3 parameter sama ada memerlukan tindakan rancangan penyelenggaraan, perhatian pemantauan keadaan dan ditahap serius (Ishan *et.al.*, 2012).

Setelah selesai proses di atas tadi maka, segala maklumat akan dimasukkan ke dalam helaian "executive summary" iaitu helaian yang menyatakan keputusan hasil ukur kondisi tersebut. Kaedah analisis ini menjadikan ia mudah untuk mengenal pasti tahap keseriusan setiap kecacatan semasa pemeriksaan rumah dengan adanya "executive summary" berbanding kaedah tradisional yang memerlukan penyediaan laporan yang panjang serta agak kabur (N. Hamzah *et.al.*, 2010).

Protokol 2 Ujian Bukan Pemusnah 'Non-destructive Test' (NDT)

Pengukuran ini bertujuan untuk menguji kekuatan komponen atau struktur rumah terutama yang diperbuat daripada konkrit, keluli dan kayu (Ahmad, 2004). Ia dilakukan untuk mengetahui kadar dan punca lenturan, anjakan 'displacement' berlaku dan ketidakpastian terhadap sesuatu kerosakan (Singh, 1996). Penggunaan alatan ultrasonik (Singh, 1996) untuk mengesan sama ada struktur atau komponen tertentu telah hilang kekuatannya dan ke arah mana garisan kelemahan wujud. Ia menjimatkan masa dan kos

Kekuatan komponen rumah dapat diuji menggunakan pelbagai kaedah kejuruteraan seperti *ultrasonoc pilse velocity UPV*, *rebar locater test*, *half-cell test*, *Windsor probe* dan *Schmidt Hammer* diapakai. Ujian Pundit menggunakan teknik *UPV* berpandukan B.S. 1881: Part 203 yang terdiri daripada dua transduser 54 KHz iaitu transduser penghantar dan juga transduser penerima, dan bar penentu ukur. Ia bagi menilai mutu kekuatan konkrit dengan cara halaju denyutan ultrasonik terhadap masa perjalanan melalui elemen yang diuji, ketepatan ukurannya adalah penting.

Ujian *Pundit* pula menggunakan kaedah pemeriksaan halaju denyutan 'ultrasound'. Ujian ini penting bagi menilai kualiti dan kekuatan konkrit pada elemen lantai, tiang, rasuk dan dinding semasa. Julat halaju denyutan yang terdapat dalam konkrit adalah $3.6-5 \text{ km s}^{-1}$ (Neil, 1996, hlmn.267). Jarak dan masa laluan boleh memberikan ketepatan dalam lingkungan $\pm 1\%$. Terdapat tiga kaedah mengukur halaju denyutan pada konkrit, ia bergantung kepada cara penyusunan transdusernya iaitu kaedah penyusunan transduser berlawanan arah, kaedah transduser disusun bersebelahan dan kaedah transduser disusun bersebelahan (Neil, 1996).

Ujian kekuatan konkrit menggunakan peralatan Schmidt Hammer berpandukan B.S. 1881: Part 202. Kekuatan struktur mampatan konkrit bergantung kepada pantulan semasa ketukan

dilakukan. Nilai kekuatan konkrit akan diplot pada graf lengkungan mengikut bilangan pantulan yang dihasilkan. Semasa penentuukuran, silinder Schmidt Hammer hendaklah dipegang dengan kuat tanpa sebarang pergerakan untuk mendapatkan ukuran yang tepat (Neil, 1996). Ini penting bagi memastikan konkrit masih lagi mempunyai kekuatan rekabentuk yang dianggarkan. Kekuatan mampatan konkrit yang direkabentuk kebiasaanya adalah 30Mpa hingga 40Mpa masing-masing untuk tiang dan lantai (Neil *et al.*, 1996, hlmn.265).

Hasilan ujian ini amat penting untuk mengenali jenis, simpton kecacatan rumah dan bagaimana sesuatu bahan bertindak atau menjadi pemangkin kepada sesuatu kerosakan (S. Johar, 2011).

Kepentingan Kajian

Kaedah ukur kondisi dilakukan bertujuan untuk mendapatkan klasifikasi jenis dan tahap kecacatan komponen-komponen pada rumah yang dikaji. Teknik pengukuran matriks IKR CSP Protokol 1 dan *NDT* Protokol 2 digunapakai untuk menentukan IKR keseluruhan bagi projek perumahan (Adi Irfan *et. al.*, 2011).

Kepentingan kajian ini adalah sebagai panduan awal kepada pemilik rumah sebelum bekerjasama. Kualiti rumah adalah penting kerana ia juga dikaitkan dengan kualiti hidup penduduk (Nurizan Yahaya, 1998), juga untuk memberi gambaran / panduan kepada pengamal binaan dalam menimbang beberapa faktor berkaitan proses pengubahsuaian agar ia tidak memberi impak negatif pasca pengubahsuaian serta bagi mengenalpasti masalah yang bakal timbul. Memberi gambaran kepada pihak pemaju, kontraktor dan agensi kerajaan terhadap kecacatan utama pembinaan rumah juga bagi memastikan prestasi yang lebih baik dapat dicapai semasa dan selepas proses pengubahsuaian dijalankan dan bagi mengelakkan pembaziran dari aspek kewangan serta masa yang telah dilaburkan untuk memberikan lebih impak kepuasan.



Rajah 1: Carta Aliran Metodologi Kajian

Rumusan

Kelestarian pembinaan rumah mampu memberi impak positif kepada konsep bangunan hijau di Malaysia. Pengamal binaan berperanan untuk memangkinkan kualiti pengubahsuaian rumah dengan mengurangkan masalah yang timbul antara pengamal binaan dan pemilik rumah berkenaan kualiti rumah yang disediakan dan mengelakkan wujudnya halangan ketidakpastian berbanding mengendalikan projek pembinaan baru. Ini kerana penglibatan kedua-dua protokol ukur kondisi akan menghasilkan indeks prestasi pengubahsuaian rumah dengan lebih tepat untuk digunapakai oleh pengamal binaan, ia bagi memastikan pemilik rumah tidak merasai impak negatif akibat pengubahsuaian rumah dan tidak mengganggu emosi mereka.

Rujukan

- Adi Ifan Che-Ani, Azimin dan Samsul Mohd. (2012). *The Development of A Condition Survey Protocol Matrix*. Emeral Group Publishing Limited, hlm. 35-45.
- Ahmad Hayroman, Husin, Azamuddin dan Yahaya, Noor Azam, (2004). *Pengubahsuaian Bangunan Kediaman Kos Sederhana / Rendah Setelah Mendapat 'Sijil Layak Menduduki': Keberkesanan Dalam Perlaksanaan UKBS Tempatan Daripada Aspek Keselamatan Kebakaran*. Technical Report. IRDC, Universiti Teknologi MARA.
- Ahmad, R. (2004). *Panduan Kerja-kerja Pemeriksaan Kecacatan Bangunan*. Building & Urban Development Institute, Selangor.
- Alani, A.M, Petersen, A.K. dan Chapman, K.G. (2001). Application of the developed quantitative model in building repair and maintenance – case study. *Journal of Facilities*, Vol. 19, Nos 5/6, pp. 215-121.
- Anuar A. dan Azlan S.A., (2011). *Pengurusan Penyenggaraan dan Pengubahsuaian Bangunan*. Penerbit UTHM.
- Azlan Shah Ali, and Kam, Hui Wen (2011). *Building Defects Possible Solution for Poor Construction Workmanship*. *Journal of Building Performance*, 2 (1). pp. 59-69. ISSN 2180-2106
- British Standard Institution (1984). *British Standard Glossary of Maintenance Management Terms in Technology*. London BS 3811.
- BS 5930 : 1981. *Code of Practice Site Investigation*. British Standard Institution.
- Building Research Establishment Limited. (1991). *BRE Digest 361 Why do buildings crack?*. nited Kingdom: BRE Press.
- Che-Ani, A.I.Z, a: Md-Darus, Z: Tawil, N.M. (2008). *The formulation of evaluating timber defects as a tool for building survey*, in International Conference on Cultural Heritage and Tourism (CUHT) 2008. Heraklion, Crete Island, Greece.
- Carillion Services Limited. (2001). *Defects in buildings: symptoms, investigation, diagnosis and cure*. United Kingdom: The Stationery Office.
- D. Highfield (1987). *Rehabilitation and Re-use of Old Buildings*. 1st published 1987 by E 7 F.N. Spon Ltd. London.
- Eldridge, H.J. (1976). *Common defects in buildings*. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Glover, Peter (2003). *Building Surveys*, 5th Edition, Butterworth-Heinemann, Great Britain.
- I. Ismail, A.I. Che-Ani, N.M. Tawil, H. Yahaya dan M.Z. Abd-Razak. (2012). *Housing Defect of Newly Completed House: An Analysis Using Condition Survey Protocol (CSP) I Matrix*. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 67, hlm. 620-623.

- Ishan Ismail, Adi Irfan Che-Ani, Norngainy Mohd Tawil, Mohd Zulhanif dan Hafsa Yahya. (2012). *Pembangunan Indeks Kecacatan Rumah Bagi Perumahan Teres*. Journal of Surveying, Construction and Property, Vol. 3(2) Special Issue. e-issn:1985-7527.
- Jackson Malindai. (2005). *Masalah pembinaan rumah kos rendah di Negeri Sabah*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- Josephon, P.E. & Hammarlund, Y. (1999). *The Causes and Costs of Defects in Construction: A Study of Seven Building Projects*. Automation in Construction. 8: 681-687.
- Mahmud M.J., (2010) *Renovation for Personalization. A Development Arm for Sustainable Housing*. UTM Press.
- Malaysia, (2001): *Akta Jalan, Parit dan Bangunan (Akta 133)*. ILBS, Selangor.
- Malaysia, (2003): *Undang-undang Kecil Bangunan Seragam 1984*. ILBS, Selangor.
- Marsah, P. (1983). *The Refurbishment of Commercial and Industrial Buildings*. Construction Press, London.
- Mohd. Zaki Mokhtar, Mohammad Ismail, & Fakulti Kejuruteraan Awam. (2006). *Kerosakan dan kemerosotan struktur konkrit di Malaysia*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- M. Mahlil, A.I Che-Ani, N.M. Tawil, M.Z. Abdul-Razak, N.A.G. Abdullah (2012). *Aplikasi Matriks Condition Survey Protocol (CSP) Dalam Penilaian Keadaan Bangunan Sekolah: Analisis Perkadaran Keseluruhan Keadaan Bangunan*. Journal of Surveying Construction and Property Vol. 3 Issue 1 2012. e-ISSN-1985-7527.
- Nik Elyana M. Kamarulzaman S.N. dan Pitt. M. (2011). *Measuring the Performance of Office Buildings Maintenance Management in Malaysia*. Journal of Facilities Management. 9(3): 181-199.
- Neil Jackson dan Ravindra K. Dhir (1996). *Civil Engineering Materials*. Palgrave, New York.
- N. Hamzah, M. Mahli, A.I. Che-Ani, M.M. Tahir, N.A.G. Abdullah dan N.M. Tawil (2010). *The Development of Smart school condition Assessment Based on Condition Survey Protocol (CSP) I Matrix: A Literature Review*. World Academy of Science, Engineering and Technology, 47, 620-625.
- Panchdhari, A.C. (2003). *Maintenance of buildings*. New Delhi: New Age International (P) Limited.
- Pitt, T.J. (1997). *Data requirmentents for the prioritization of predictive building maintenance*. Facilities, Vol. 5 Nos 3/4, pp. 97-104
- Quah, L.K., (1988). *An Evaluation of the Risks in Estimating and Tendering for Re refurbishment Work*. PhD thesis, Herriot-Watt University, Edinburgh, UK.
- RICS (2009), RICS Home Buyer Service, 3rd ed., Practice Notes, Residential Property Group of the Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), Coventry.
- Ramly, Ahmad (2007). *Process of Concervation: Dilapilation Survey & Report*. Paper Presented in One Day Seminar on Conservation of Historic Buildings and Monuments, Organised by Faculty of Built Environment, Universiti Malaya & The Department of National Heritage, Ministry of The Culture, Art and Heritage Malaysia, Niko Hotel.
- S.N.f. Mohd Fauzi, N. Yusof dan N. Zainul Abidin (2011). *Evaluation of Housing Defects in Built-Then-Sell Houses: A Study of Six Residential Areas*. World Academy of Science, Engineering and Technology. 58 2011.
- S. Johar, A.G. Ahmad, A.I. Che-Ani, N.M. Tawil, N. Utaborta (2001). *Penyiasatan Kerosakan Terhadap Bangunan Kayu Lama, Kajian Kes Masjid Lama Mulong, Kelantan*. The Malaysian Surveyor Vol. 46, No. 1. 2011, hlmn. 20 - 24.
- Utusan Malaysia (20 Oktober 2012). *Pemilik Banglo Runtuh Akan Didakwa – Datuk Bandar*, him. 13.
- Watt D.S. (1999). *Building Pathology– Principles & Practice*. Blackwell Science, Cambridge.

- Zuriani Md. Ali. (2003). *Pengkelasan Kecacatan Bangunan Pada Bangunan Pangsapuri Kuarters Kerajaan Presint 9, Putrajaya*. Prosiding Seminar Penyelidikan Jangka Pendek 2003, Universiti Malaya, 11 dan 12 Mac 2003. Paper No: 9.
- Z.M. Noor, A.I. Che-Ani, M.M. Tahir, N.A.G. Abdullah, M.Surat (2010). *Impak Kerja Pembinaan Baru Terhadap Bangunan Sekitar: Kajian Keretakan Bangunan di Pusat Bandar Puchong, Selangor*. Journal of Surveying, Construction & Property Vol. 1, Issue 1 2010, ISSN:1985-7527, hlmn. 96-122.



UUM
Universiti Utara Malaysia

Evaluating The Strength Of Concrete Structure On Terrace Houses

Mohd. Amran Hasbullah^{1,a)}, Rohana Yusof², and Mohd Nazaruddin Yusoff@
Abdul Rahman²

¹ *Fakulti Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi MARA Kampus Pasir Gudang*

² *College of Law, Government and International Studies, Universiti Utara Malaysia*

^{a)}Corresponding author: *mohdamran@johor.uitm.edu.my*

Abstract. The concrete structure is the main component to support the structure of the building, but when concrete has been used for an extended period hence, it needs to be evaluated to determine the current strength, durability and how long it can last. The poor quality of concrete structures will cause discomfort to the user and, the safety will be affected due to lack of concrete strength. If these issues are not monitored or not precisely known performance, and no further action done then, the concrete structure will fail and eventually it will collapse. Five units of terrace houses that are built less than 10 years old with extension or renovations and have cracks at Taman Samar Indah, Samarahan, Sarawak have been selected for this study. The instrument used in this research is Ultrasonic Pulse Velocity (UPV), with the objective to determine the current strength and investigate the velocity of a pulse at the concrete cracks. The data showed that the average velocity of the pulse is less than 3.0 km/s and has shown that the quality of the concrete in the houses too weak scale / doubt in the strength of concrete. It also indicates that these houses need to have an immediate repair in order to remain secure other concrete structures.

INTRODUCTION

In general, the evaluation of the ability of structures is still less popular practiced in Malaysia. This is because it is not specified in the Uniform Building By-Laws (UBBL) or other specifications that define the period of time to carry out an assessment of reinforced concrete structures. Normally, developers, contractors and users assume that the reinforced structure is durable and rare defects or deterioration of strength. This assumption is less precise. The importance of concrete strength inspection is not only on the structure strength but also to ensure the life of continuous structure usage, for the sake of developer's and users as well as guaranteeing the quality of construction.

The final impact on users is property loss and can result in injury or death, while for developers and contractors, the result of this construction will reflect the quality of work and their image.

There are various of substance used as the structure in a house. The reinforcement concrete structure is widely used in construction as it gives more advantages compare to other structures in compressive and strain strength as well as heat resistance. The reinforcement concrete structure can fail due to loss of strength, durability and mechanical failure. For example, when the reinforcement concrete structure has some defects, corrosion will occur and spread to cause cracks, coating detachment together with a loss of concrete-steel strength. Cracks cause water to flow inside the concrete and will cause the reinforcement steel structure to erode. The poor concrete mixture and not enough reinforcement steel foundation lead to a crack of a concrete structure when it carries overload weight or has internal defects. Therefore, the concrete reinforcement structure needs to be evaluated in order to determine the quality, integrity, density, uniformity or level and types of flaws.

However, if there is a decrease in the compression strength of the concrete structure, it will not be solid, has cracks and other defects. The defects show the performance of the concrete. Early detection of any crack is substantial. It can prevent bigger or more serious problems. But, if the problems fail to be solved quickly, the

buildings and houses can be severely damaged then in the future collapse. Defects and failures in certain aspects can lead to loss of quality and integrity of the concrete structure.

1.1 Non-destructive test (NDT)

The non-destructive test (NDT) is a technique that is used in the civil/structural engineering, and also forensic. NDT is widely used to evaluate and determine materials property, systems as well as the components. This test can effectively reduce time and cost as it will not cause any damage [1]. A variety of instruments can be used for NDT but 'Pundit Ultrasonic Pulse Velocity' (UPV) is used for this research. The non-destructive measurement has proved to be of real importance in all constructions and as an effective tool for inspection of concrete quality in concrete structures [2].

This measurement is intended to test the strength of the component or structure which made of concrete, steel and wood [3]. It was conducted to determine the rates and causes of bending displacement occurs and the uncertainty of a malfunction. The use of ultrasonic instruments will be known whether the structure or a particular component has lost strength and the direction in which the lines of weakness exist.

1.2 Ultrasonic Pulse Velocity' (UPV)

UPV is used to evaluate the quality of the concrete structure, measure concrete uniformity and the property of concrete. Besides that, UPV can also be used to measure transit time, void presence, depth of cracks or the modulus of elasticity. [4] reported that the pulse velocity is a good instrument to evaluate the concrete strength and its quality.

The UPV equipment (e.g. PUNDIT) includes a transducer, a receiver and an indicator for showing the time of travel from the transducer to the receiver. Ultrasonic pulse uses fast potential changes to create vibration that leads to its basic frequency. The transducer is firmly attached to concrete surface to vibrate the concrete. The pulses go through the concrete and reach the receiver [5].

There are many types of research regarding the UPV, for example, [6] studied about the ultrasonic velocity for the high mineral concrete mixture. The NDT has been conducted using UPV to establish the relationship between the compact strength of the concrete used in Algeria [1]. [2] reported that the UPV test has been used to evaluate the small pieces of limestone. [7] used UPV test to expose the estimation in the strength increment of concrete and able to produce a better result. A literature survey [8] in using non-destructive methods used for concrete testing summarized the benefits of NDT. However there is not any standard correlation between concrete compressive strength and the ultrasonic pulse velocity and this matter was controlled by many aspects [9].

PROBLEM STATEMENT

Almost 82 percent of owners in housing scheme was renovated [10]. Most of the houses that have been renovated to show various perspectives such as the house cannot survive longer, the quality aspect, and the aesthetic properties are affected, showed defects to design of the facade and side effects to the neighbor's residential units [10]. Among the several factors that have been identified, the developer failed to take into consideration the current buyers needs while architects were not doing some study of the requirements of potential buyers, especially for providing the perfect space and comfortable, the original design of the house is not convenient unhappy with the quality of the home and their services provided [10-13].

However there is also the quality of construction of new houses was low and did not reach an acceptable standard [14]. This issue will have an impact if the owners do home renovations because the house already existing defects. Previous study [12] found that 63% of new terrace houses that are at medium scale damaged. This inspection showed that the assumption of damage to the house after the renovation may occur and require proper observation.

Applicability mistakes due to lack of knowledge, the occurrence of short circuits due to miss-splicing during the renovation [3], poor quality of construction work due to lack of experience and labor inefficiencies and generally only assume that the discovery of information late in the design phase of the renovation of an impact only on a small scale against the construction of a new building [15], but it still carries a distinctive impact of disability.

In the real estate construction industry, among the main decision-makers are developers, architects, contractors, local authorities, project managers, academics, users and clients. The issues above should be taken seriously by all parties, especially the owner of the residence. Inspection of the new building is ready to be carried out, to ensure

respect building standards and free of defects. However, this research shows that it still less a study on the quality of the result of the renovation process.

METHODOLOGY

Safety is the most important factor in the assessment of the ability of law of a structure. Assessment ability of this structure will be designed to identify the causes, evaluation and action. Identifying the causes will include the process of gathering data and development records, in-depth in situ observation, non-destructive tests and also laboratory tests. Development records are needed to identify the grades, types and life of concrete used as well as designs, construction purpose together with contractors involvement.

All of the information is crucial in comparing the strength of original design strength with current strength so that the prediction of concrete strength can be made. The design information and its function are needed to detect critical locations which always threaten reinforcement concrete strength. Information about a contractor is very important to get a picture of real construction in progress.

In-situ detail observation is an effective technique to get a clear picture of current concrete strength. Usually, photos from the site are obtained as a prove and to record the planning and further assessment. Thorough observation enables the researchers to predict the causes of strength and failure at the same time planning appropriate evaluation techniques. Samples from the structure can be taken for further examination.

In the first stage, visual inspection of the concrete is done before any non-destructive test. This visual test gives information regarding concrete damages, the causes and types of suitable NDT for further investigation. The visual inspection is done by an experienced civil engineer that can interpret all the data of the damaged concrete structure.

The evaluation technique that has been used for this research is a non-destructive test (NDT) which in an early phase. The aim is to determine the strength of the current concrete structure and identify the critical locations. The NDT test can only give estimation of the structure ability but not the cause of defects.

In the second stage, all the structural elements that have crack lines on five units of the terrace houses were identified. The lines were recorded according to the certain codes in the record forms. Photo 1 shows the crack lines in one of the columns.

The action is the final step in the evaluation of structure capacity. It needs to consider other factors such as technique compatibility, expertise availability, existing facilities, costs and times involvement. Action will not end with repair and renovation only, but it also involves maintenance and continuous observation in the likelihood presence of structural changes.

Taman Samar Indah, Samarahan, Sarawak is a sample of terrace houses that less than 10 years old which have been investigated on strength and concrete solidity. The beam structures, slabs and columns on five units of houses were investigated. These houses have undergone extensive renovation and have cracks on the structure elements. If the element structures in a reinforcement concrete structure are in good condition, the cracks problem in extension section will not appear. This research also specified the current performance of the reinforcement concrete structure.

Column structure, slabs and concrete beams are the structure elements with measurement of 300 x 300 x 3000 mm (columns), 150 mm (slab depth) and 450 x 300 mm (beam size).



PHOTO 1. Crack lines on a column are evaluated using UPV.

UPV technique is based on measurement of compression wave velocity and the travel velocity inside solid material which relies on density and elasticity value of a substance. The instrument comprises of transducer and receiver. The transducer will transmit pulse wave while the receiver will collect wave and indirectly measure the velocity of the wave. The concrete surface must not be coarse so that the transducer can be placed properly. Data

collected is analysed with method explain in BS 1881: Part. 203 and [5]. In this research, UPV data for the reinforcement concrete structure is conducted only with indirect and semi-direct. This is due to the horizontal position or same face of the slab and beam structures, meanwhile columns through adjacent faces. Pulse velocity data, the length of cracks, transit times and elastic modulus are directly obtained from UPV instrument for each crack line.

RESULTS AND DISCUSSIONS

UPV can be used not only in concrete but also woods, ceramics, cast irons, geology specimens, and others. UPV is classified into three categories of the testing methods; direct test, non-direct test, and partial test. UPV is used to evaluate the quality of concrete for different component structures such as the beam, columns, roofs' frameworks and slabs [10]. Meanwhile, concrete with density of 2400 kg/m³ is considered excellent for ≥ 4.5 km/s, good for 3.5 - 4.5 km/s, doubtful for 3.0-3.5 km/s, weak for 2.0-3.0 km/s and very weak for ≤ 2.0 km/s [11]. Besides that, [12], also describe that the minimal value for the high quality of concrete is from 4.1 to 4.7 km/s. As BS: 1881: Part 203, quality of concrete can be classified according to Table I.

TABLE 1 Classification of concrete quality ratings based on UPV test according to BS: 1881: Part 203.

| Pulse Velocity (km/s) | Concrete Quality (Ratings) |
|-----------------------|----------------------------|
| ≥ 4.5 | Excellent |
| 3.5 - 4.5 | Good |
| 3.0 - 3.5 | Medium |
| 2.0 - 3.0 | Doubtful |
| ≤ 2.0 | Very Weak |

Table 2 and Chart 1 shows the result of UPV test for transit time, the length of crack lines and pulse velocity. There is a total of 27 crack lines for all 5 units of houses. Only one line of crack identified at the beam component in the third house. Eleven crack lines with diameter of 0.3 – 2 mm detected in the columns. The length is about 138 – 2010 mm, with the third house, have the longest crack line. The second house has the scale very weak quality of concrete in the column elements because it has pulse velocity average of 0.71 km/s. Meanwhile, the fifth house has an average value of 1.58 km/s (doubtful), first house has an average of 1.88 km/s (doubtful), the third house has an average of 3.38 km/s (medium) and lastly the fourth house has no crack line in the column structures. This shows that three houses have doubtful concrete quality with the value below 3.0 km/s according to the BS: 1881: Part 203.

There are 15 crack lines on the slab components with the width range from 1 – 6 mm while the length ranges from 220 – 2570 mm. The fastest transit time is detected on the fifth house at 857 μsec and pulse velocity of 1.83 km/s. Overall, only the first house got a rating of moderate of concrete quality with 3.34 km/s while, the second to fifth houses have a value of 2.77 km/s, 1.5 km/s, 1.39 km/s and 2.19 km/s respectively is on the scale of doubtful and very weak.

The pulse velocity in concrete structures decreases if there are obstacles such as air holes, cracks or other defects. From the results, the integrity of concrete in all the houses is classified as very low with very doubtful strength. This is because the average value obtains on the column and slab structures only 2.35 km/s and 2.24 km/s respectively which are lower than a medium level of 3.0 km/s.

TABLE 2 Data spread for each element using UPV test.

| House No. | Element Structure | Crack No. | Crack Width (mm) | Crack Length (mm) | Transit Time (μ sec) | Pulse Velocity (km/s) | Concrete Quality Level |
|-----------|-------------------|-----------|------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|
| H1 | Column | 1 | 0.85 | 380 | 330.5 | 1.15 | Very weak |
| | | 2 | 0.37 | 1237 | 394.4 | 3.13 | Medium |
| | | 3 | 0.80 | 388 | 281.5 | 1.37 | Very weak |
| H2 | Column | 1 | 0.50 | 310 | 349.8 | 0.89 | Very weak |
| | | 2 | 0.59 | 328 | 507.1 | 0.65 | Very weak |
| | | 3 | 1.28 | 270 | 466.2 | 0.58 | Very weak |
| H3 | Column | 1 | 0.24 | 1166 | 275.4 | 4.23 | Good |
| | | 2 | 0.70 | 2010 | 587.5 | 3.42 | Medium |
| H5 | Column | 1 | 1.95 | 296 | 155.9 | 1.90 | Very weak |
| | | 2 | 0.31 | 138 | 105.3 | 1.31 | Very weak |
| | | 3 | 0.79 | 180 | 116.7 | 1.54 | Very weak |
| H1 | Slab | 1 | 3.77 | 1580 | 369.7 | 3.98 | Good |
| | | 2 | 3.25 | 1270 | 373.2 | 3.40 | Medium |
| | | 3 | 2.36 | 750 | 285.4 | 2.63 | Doubtful |
| H2 | Slab | 1 | 6.27 | 1970 | 566.2 | 3.48 | Medium |
| | | 2 | 3.25 | 650 | 195.1 | 3.33 | Medium |
| | | 3 | 6.35 | 800 | 544.2 | 1.47 | Very weak |
| | | 4 | 4.35 | 1290 | 459.1 | 2.81 | Doubtful |
| H3 | Slab | 1 | 1.12 | 280 | 133.1 | 2.10 | Doubtful |
| | | 2 | 1.02 | 220 | 236.8 | 0.93 | Very weak |
| | | 3 | 2.07 | 270 | 183.7 | 1.47 | Very weak |
| H4 | Slab | 1 | 1.72 | 700 | 640.6 | 1.09 | Very weak |
| | | 2 | 1.90 | 686 | 381.3 | 1.79 | Very weak |
| H5 | Slab | 1 | 3.27 | 1570 | 857 | 1.83 | Very weak |
| | | 2 | 1.59 | 870 | 633.2 | 1.37 | Very weak |
| | | 3 | 3.38 | 2570 | 764 | 3.36 | Medium |
| H3 | Beam Average | 1 | 2.25 | 300 | 329 | 0.91 | Very weak |
| | | | 2.09 | 832.56 | 389.70 | 2.08 | Doubtful |

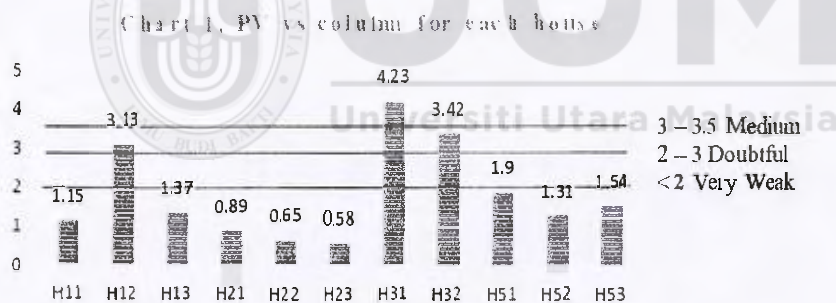


CHART 1 PV vs column for each house.

CONCLUSION

From the research data, we conclude that the mean value of velocity is 2.08 km/s which is far from the excellent category of concrete quality. It falls in a doubtful category or weak that is less than 3.0 km/s which is less than acceptable value. Less than 30 % of the reinforcement concrete structure is in medium and good categories for all the elements. Therefore, the house owners are advised to do repair and restoration immediately to ensure the safety of consumer as well as other structures remain secure.

Pundit testing tool has been used to evaluate the concrete structure is not enough to obtain compressive strength to confirm the reinforcement concrete true performance. Perhaps, rebound hammer instrument can be used together in this test.

From the interview during UPV is carried out, most of the house owners employed craftsman service or contractor which are not registered with Construction Industry Development Board Malaysia CIDB and Contractor

Service Centre. They mostly consist of family members and friends who have limited skills and collaborated in finishing the renovation task.

REFERENCES

1. Hobbs B. & Kebir M.T. (2007). Non-destructive testing techniques for the forensic engineering investigation of reinforced concrete buildings. *Forensic Science International*. Volume 167, issues 2-3. pp 167-172.
2. Solis-Carcano, R. & Moreno, E.I. (2008). Evaluation of concrete made with crushed limestone aggregate based on ultrasonic pulse velocity. *Construction and Building Materials*, Volume 22, Issue 6. pp 1225-1231.
3. Ahmad, R. (2004). Panduan Kerja-kerja Pemeriksaan Kecacatan Bangunan. *Building & Urban Development Institute*. Selangor.
4. Hamidian, M., Shariati, M., Arabnejad, M.M.K., Sinaei, H. (2011). Assessment of High Strength and Light Weight Aggregate concrete Properties Using Ultrasonic Pulse Velocity Technique. *International Journal of Physical Sciences*, Volume 6, Issue 22. pp 5261-5266.
5. ASTM "C 597 (2002). Standard test method for pulse velocity through concrete. Annual Book of ASTM Standards 4. BS 1881 - Part 203:1986 Testing concrete- Recommendations for measurement of velocity of ultrasonic pulses in concrete.
6. Demirboga, R., Turkmen I. & Karakoc M.B. (2004). Relationship between ultrasonic velocity and compressive strength for high volume mineral-admixture concrete. *Cement and concrete research* 34. pp 2329-2336.
7. Shariati, M., Ramli-Sulong, N. H., Mohammad Mehdi Arabnejad, K.H., Shafigh, P., Sinaei, H. (2011). Assessing the strength of reinforced concrete structures through ultrasonic pulse velocity and schmidt rebound hammer tests. *Scientific Research and Essays*, Volume 6, Issue 1. pp 213 -220.
8. Leshchinsky A. (1991). Non-destructive methods instead of specimens and cores, quality control of concrete structures, *Proceedings of the International Symposium Held by RILEM. Belgium, E FN SPON, U.K.*, pp.377-386.
9. Turgut P. (2004). Research into the correlation between concrete strength and UPV values. *NDT. net*, Vol.12: 12.
10. Mahmud, S.K. (2010). An evaluation of the contributions of cooperative societies in housing finance to workers of tertiary institutions in Zaria Metropolis. Unpublished Master Thesis, Ahmadu Bello University.
11. Kazaz, A. & Birgonul, M.T. (2005). Determination of quality level in mass housing projects in Turkey, *Journal of construction engineering and management*, Volume 131, Issue 2. pp 195-202.
12. Sarman, A. M., Nawi, M. N. M., Ani, A. I. C., & Mazlan, E. M. (2015) Concrete Flat Roof Defects in Equatorial Climates. *International Journal of Applied Engineering Research*, Volume 10, Issue 3, pp. 7319-7324.
13. Nawi, M.N.M., Radzuan, K., Salleh, N.A. & Ibrahim, S. H. (2014) Value Management: A Strategic Approach for Reducing Faulty Design and Maintainability Issue in IBS Building, *Advances in Environmental Biology*, Volume 8, Issue 5, pp. 1859-1863.
14. Nawi, M.N.M., Jalaluddin, S.M.F.W.S., Zulhumadi, F., Ibrahim, J.A. & Baharum, F. (2014). A Strategy for Improving Construction Projects Sustainability through Value Management Approach, *International Journal of Applied Engineering Research*, Volume 9, Issue 24, pp. 28377-28385.
15. Nawi, M.N.M., Osman, W.N., Che-Ani, A.I. (2014) Key Factors for Integrated Project Team Delivery: A Proposed Study in IBS Malaysian Construction Projects, *Advances in Environmental Biology*, Volume 8, Issue 5, pp. 1868-1872.

ASSESSING THE PERFORMANCE OF CONCRETE STRUCTURE BASED ON THE WIDTH OF THE CRACK USING UPV

MOHD. AMRAN HASBULLAH*, ROHANA YUSOF,
MOHD. NAZARUDDIN YUSOFF

Faculty of Civil engineering, Universiti Teknologi MARA, Kampus Pasir Gudang,
81750 Masai, Johor, Malaysia

*Corresponding Author mohdamran@johor.uitm.edu.my

Abstract

The concrete structure is the main component to support the structure of the building, but when concrete has been used for an extended period hence, it needs to be evaluated to determine the current performance of the concrete structure. The poor quality of concrete structures will cause discomfort to the user and the safety will be affected due to lack of concrete strength. If these issues are not monitored or not precisely known performance, and no further action done then, the concrete structure will fail and eventually it will collapse. Five units of terrace houses that are built less than 10 years old with extension or renovations and have cracks appear have been selected for this study. The instrument used in this research is Ultrasonic Pulse Velocity (UPV), with the objective to determine the current strength, investigate the pulse velocity of the concrete and to determine the depth of crack line. The data showed that the average velocity of the pulse is less than 3.0 km/s and has shown that the quality of the concrete in the houses are too weak scale / doubt in the strength of concrete. It also indicates that these houses need to have an immediate repair to remain secure other concrete structures.

Keywords: UPV, Concrete structure, Cracks, Building performance.

1. Introduction

In general, the evaluation of the ability of structures are still less popular practiced in Malaysia. This is because it is not specified in the Uniform Building By-Laws (UBBL) or other specifications that define the period to carry out an assessment of reinforced concrete structures. Normally, developers, contractors and users assume that the reinforced structure is durable and rare defects or deterioration of strength.

This assumption is less precise. The importance of concrete strength inspection is not only on the structure strength but also to ensure the life of continuous structure usage, for the sake of developers and users as well as guaranteeing the quality of construction.

The final impact on users is property loss and can result in injury or death, while for developers and contractors, the result of this construction will reflect the quality of work and their image [1].

There are several of substance used as the structure in a house. The reinforcement concrete structure is widely used in construction as it gives more advantages compare to other structures in compressive and strain strength as well as heat resistance. The reinforcement concrete structure can fail due to loss of strength, durability and mechanical failure. For example, when the reinforcement concrete structure has some defects, corrosion will occur and spread to cause cracks, coating detachment together with a loss of concrete-steel strength. Cracks cause water to flow inside the concrete and will cause the reinforcement steel structure to erode. The poor concrete mixture and not enough reinforcement steel foundation lead to a crack of a concrete structure when it carries overload weight or has internal defects. Therefore, the concrete reinforcement structure needs to be evaluated to determine the quality, integrity, density, uniformity or level and types of flaws.

However, if there is a decrease in the compression strength of the concrete structure, it will not be solid, has cracks and other defects. The defects show the performance of the concrete. Early detection of any crack is substantial. It can prevent bigger or more serious problems. But, if the problems fail to be solved quickly, the buildings and houses can be severely damaged then in the future collapse. Defects and failures in certain aspects can lead to loss of quality and integrity of the concrete structure.

1.1. Non-destructive test (NDT)

The non-destructive test (NDT) is a technique that is used in the civil/structural engineering, and forensic. NDT is widely used to evaluate and determine materials property, systems as well as the components. This test can effectively reduce time and cost as it will not cause any damage [1]. A variety of instruments can be used for NDT but 'Pundit Ultrasonic Pulse Velocity' (UPV) is used for this research. The non-destructive measurement has proved to be of real importance in all constructions and as an effective tool for inspection of concrete quality in concrete structures [2] and [3].

This measurement is intended to test the strength of the component or structure which made of concrete, steel and wood [4]. It was conducted to determine the rates and causes of bending displacement occurs and the uncertainty of a malfunction [5]. The use of ultrasonic instruments will be known whether the structure or a component has lost strength and the direction in which the line of weakness exists [5]. The visual inspection is done by an experienced civil engineer that can interpret all the data of the damaged concrete structure [4], [6]. The NDT test can only give estimation of the structure ability but not the cause of defects [7].

1.2. Ultrasonic pulse velocity (UPV)

UPV is used to evaluate the quality of the concrete structure, measure concrete uniformity and the property of concrete. Besides that, UPV can also be used to measure transit time, void presence, depth of cracks or the modulus of elasticity. Hamidian [8] reported that the pulse velocity is a good instrument to evaluate the concrete strength and its quality.

The UPV equipment includes two transducers and an indicator for showing the time of travel from the transmitter to the receiver. Ultrasonic pulse uses fast potential changes to create vibration that leads to its basic frequency. The transducer is firmly attached to concrete surface to vibrate the concrete. The pulses go through the concrete and reach the receiver [9].

There are many types of research regarding the UPV, for example, Demirboga [10] studied about the ultrasonic velocity for the high mineral concrete mixture. The NDT has been conducted using UPV to establish the relationship between the compact strength of the concrete used in Algeria [10] and [11] reported that the UPV test has been used to evaluate the small pieces of limestone. Shariati [3] used UPV test to expose the estimation in the strength increment of concrete and able to produce a better result. A literature survey in using non-destructive methods used for concrete testing summarized the benefits of NDT [12]. However, there is not any standard correlation between concrete compressive strength and the ultrasonic pulse velocity and this matter was controlled by many aspects [13].

UPV can be used not only in concrete but also woods, ceramics, cast irons, geology specimens, and others. UPV is classified into three categories of the testing methods; direct test, indirect test, and partial test. UPV is used to evaluate the quality of concrete for different component structures such as the beam, columns, roofs' frameworks and slabs [2]. Meanwhile, concrete with density of 2400 kg/m³ is considered excellent for ≥ 4.5 km/s, good for 3.5-4.5 km/s, doubtful for 3.0-3.5 km/s, weak for 2.0-3.0 km/s and very weak for ≤ 2.0 km/s [14]. Besides that, Jones [7], also describe that the minimal value for the high quality of concrete is from 4.1 to 4.7 km/s. As BS: 1881: Part 203, quality of concrete can be classified per Table 1.

Table 1. Classification of concrete quality ratings based on UPV test BS: 1881: Part 203.

| Pulse velocity (km/s) | Concrete quality (Ratings) |
|-----------------------|----------------------------|
| ≥ 4.5 | Excellent(E) |
| 3.5 - 4.5 | Good (G) |
| 3.0 - 3.5 | Medium (M) |
| 2.0 - 3.0 | Doubtful (D) |
| ≤ 2.0 | Very weak (VW) |

2. Problem Statement

Almost 82 percent of owners in housing scheme was renovated [15]. Most of the houses that have been renovated to show various perspectives such as the house cannot survive longer, the quality aspect, and the aesthetic properties are affected, showed defects to design of the facade and side effects to the neighbour's residential units [15]. Among the several factors that have been identified, the developer failed to take into consideration the current buyers need while architects

were not doing some study of the requirements of potential buyers, especially for providing the perfect space and comfortable [4], [8] the original design of the house is not convenient [15], unhappy with the quality of the home and their services provided [16].

However, there is also the quality of construction of new houses was low and did not reach an acceptable standard [17]. This issue will have an impact if the owners do home renovations because the house already existing defects. Che Ani [6] found as many as 63% of new terrace houses that are at medium scale damaged. This inspection showed that the assumption of damage to the house after the renovation may occur and require proper observation.

Applicability mistakes due to lack of knowledge, the occurrence of short circuits due to miss-splicing during the renovation [4], poor quality of construction work due to lack of experience and labour inefficiencies and generally only assume that the discovery of information late in the design phase of the renovation of an impact only on a small scale against the construction of a new building [18], but it still carries a distinctive impact of disability.

In the real estate construction industry, among the main decision-makers who are developers, architects, contractors, local authorities, project managers, academics, users and clients [19]. The issues above should be taken seriously by all parties, especially the owner of the residence. Inspection of the new building is ready to be carried out, to ensure respect building standards and free of defects. However, still less a study on the quality of the result of the renovation process [20].

3. Method

Safety is the most important factor in the assessment of the ability of structure. Assessment ability of this structure will be designed to identify the causes, evaluation and action. Identifying the causes will include the process of gathering data and records non-destructive tests by using UPV.

All this information is crucial in comparing the strength of the original design with the current strength. Thus, predictions can be made on the strength of concrete in the future. Information design and function of the building is required to identify critical locations that often threaten the strength of reinforced concrete structures.

Detailed in-situ observation is an effective method to get an overview of the current concrete strength. As usual, photographs will be taken as evidence and records for subsequent evaluation work plan. Detailed observation allows researchers to predict the causes of force or failure and subsequent planned valuation techniques that are appropriate.

The slabs structures on ninth units of the terrace houses were investigated at Taman Samar Indah, Taman Desa Ilmu and Midway Garden at Samarahan, Sarawak. The age of samples that has less than 10 years have been investigated on strength and concrete solidity. These houses have undergone extensive renovation and have cracks on the structure elements were selected.

The aim is to determine the condition of the current concrete structure or the evaluation of structure capacity and identify the critical crack line of the slab structure. In the first stage, visual inspection of the concrete is done before non-

destructive test. This visual inspection gives information regarding concrete damages the causes of defects and the crack line.

In the second stage, all the crack line on the slab structural at the ninth units of the terrace houses were identified. The line was recorded per the certain codes in the record forms. Fig. 1 shows the crack line in one of the slab and the method how to conduct the experiment. Transducers UPV placed in the range of 100 mm interval in the left and right of the crack line [9].

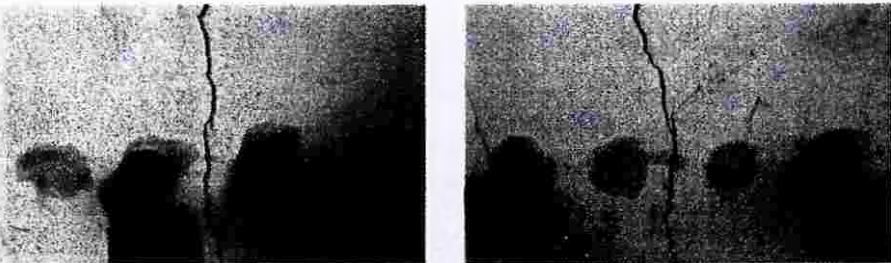


Fig. 1. Measuring crack depth by UPV.

4. Results and Discussions

Table 2 and Fig. 2 shows the result of UPV test for transit time, the depth of crack line and pulse velocity. There is a total of 21 crack line for all ninth units of houses. Only six lines out of 21 cracks line was identified on the slab structure in the TDI, meanwhile TSI with 10 cracks line and MG with 5 cracks line. Ninth crack line with more than 1.8 mm width detected on the slab, which is consider as the medium-large cracks width [3]. Meanwhile the depth of cracks for the same crack line is about 36 to 75 mm depth, with the TSI7.1 have the largest crack depth (74.84 mm). The current condition of the structure is doubtful with pulse velocity (PV) between 1.74 to 2.93 km/s. It illustrates that it is defective due to cracks at an alarming rate and need of repair.

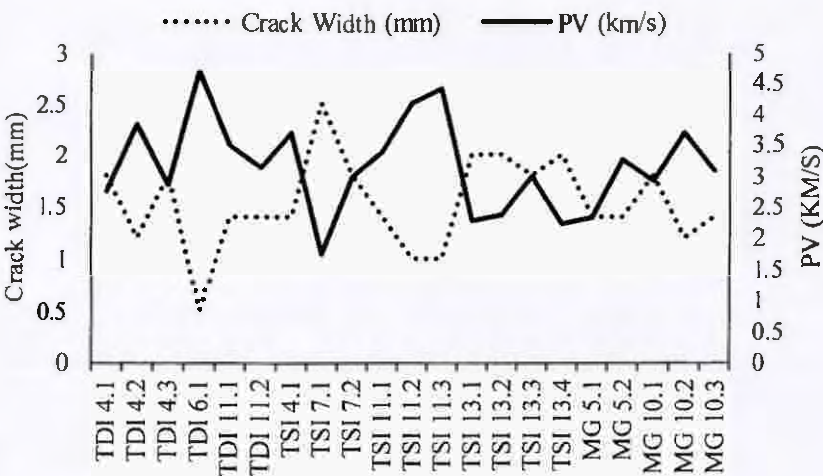


Fig. 2. Performance of each crack line by using UPV for slab structure.

Only cracks width less than 1.8 mm give the better condition of slab concrete structures which is medium condition. Six crack lines give the medium PV in between 3.307 - 3.47 km/s, meanwhile another five cracks line represent the good condition (3.68 –4.42 km/s) with cracks width less than 1.5 mm. Only TSI4.1 with crack depth 10.91 mm give the excellence condition (4.7 km/s). Schedule or regular maintenance are recommended to make sure the structure is always in good condition.

The TSI 7 and TSI 13 has a scale of dubious quality in the concrete slab elements with PV average value of 2.4 km/s. The pulse velocity in concrete structures decreases if there are obstacles such as air holes, cracks or other defects. From the results, the integrity of concrete in all the houses is classified as medium condition. This is because the average value obtains on the slab structures is 3.2 km/s.

Table 2. Data spread slab structure using UPV test.

| House no. | Crack line | Crack width (mm) | Crack depth (mm) | Pv (km/s) | Concrete quality |
|-----------|------------|------------------|------------------|-----------|------------------|
| TDI 4.1 | RDL1 | 1.8 | 39.94 | 2.74 | D |
| TDI 4.2 | RDL2 | 1.2 | 18.57 | 3.82 | G |
| TDI 4.3 | RDL3 | 1.8 | 36.28 | 2.84 | D |
| TDI 6.1 | RDL1 | 0.5 | 10.91 | 4.7 | E |
| TDI 11.1 | RDL1 | 1.4 | 26.91 | 3.49 | M |
| TDI 11.2 | RDL2 | 1.4 | 27.2 | 3.13 | M |
| TSI 4.1 | RDL1 | 1.4 | 27.04 | 3.68 | G |
| TSI 7.1 | RDL1 | 2.5 | 74.84 | 1.74 | D |
| TSI 7.2 | RDL2 | 1.8 | 39.65 | 2.97 | D |
| TSI 11.1 | AL1 | 1.4 | 25.27 | 3.38 | M |
| TSI 11.2 | AL2 | 1 | 14.59 | 4.17 | G |
| TSI 11.3 | AL3 | 1 | 11.27 | 4.42 | G |
| TSI 13.1 | RDL1 | 2 | 50.25 | 2.27 | D |
| TSI 13.2 | RDL2 | 2 | 46.56 | 2.36 | D |
| TSI 13.3 | RDL3 | 1.8 | 36.81 | 2.98 | D |
| TSI 13.4 | RDL4 | 2 | 47.05 | 2.22 | D |
| MG5.1 | RDL1 | 1.4 | 26.29 | 3.32 | M |
| MG5.2 | RDL2 | 1.4 | 27.4 | 3.26 | M |
| MG 10.1 | RDL1 | 1.8 | 38.7 | 2.91 | D |
| MG 10.2 | RDL2 | 1.2 | 20.92 | 3.68 | G |
| MG 10.3 | RDL3 | 1.4 | 25.57 | 3.07 | M |
| Average | | 1.5 | 32.0 | 3.2 | M |

R-square value of 0.9185 in Fig. 3 describe the crack width is directly proportional to the depth of the cracks on the slab structure. While Fig. 4 shown the R-square is 0.9356, the PV is directly proportional to the width of the crack. The wider crack give PV value is small (doubtful condition) otherwise if the narrow crack, the PV is given better value (good condition) of the concrete. If the crack width is more than 1.5 mm, the value of PV will decrease to below than 3.0 km/s and the crack depth is more than 35 mm depth. (Fig. 4) the PV will decrease 3.0 km/s. R-square of Fig. 5 present directly proportional at 0.8892 which is close to 1.0.

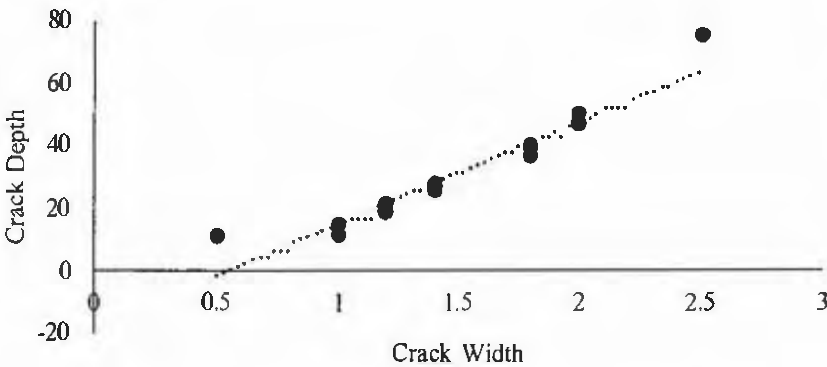


Fig. 3. Directly proportional crack depth vs crack width.

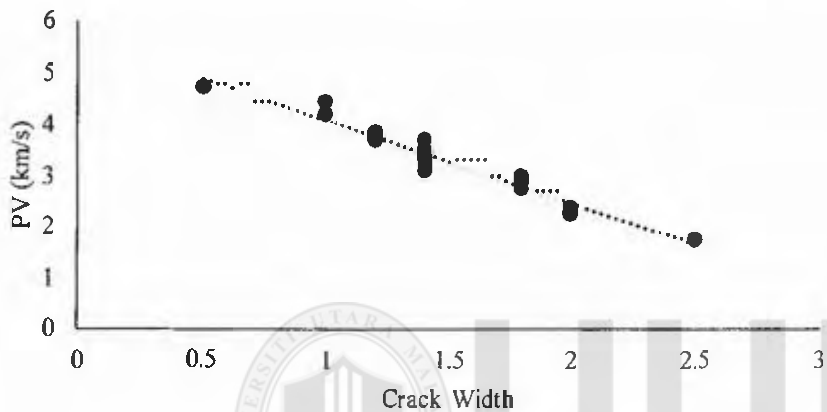


Fig. 4 Directly proportional PV vs crack width.

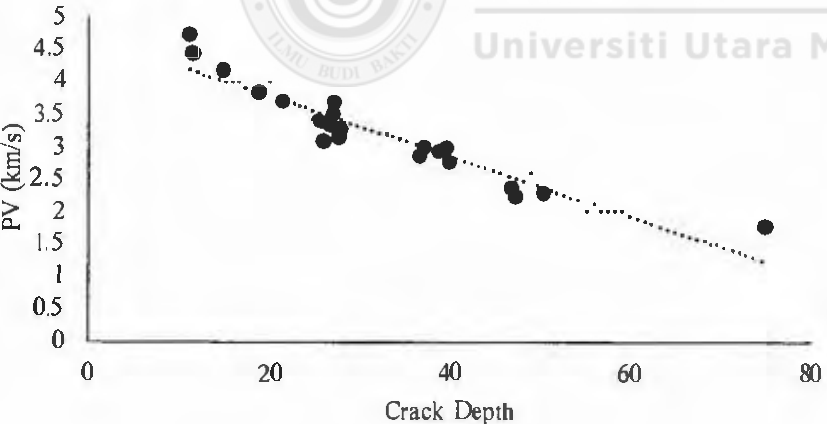


Fig. 5. Directly proportional PV vs crack depth

Recommendation of action to overcome of the concrete condition will not end with repair only, but it also involves maintenance and continuous observation in the likelihood presence of structural changes.

5. Conclusion

From the research data, we conclude that the average value of velocity is 3.2 km/s which is far from the excellent category of concrete quality. It falls near to doubtful category or weak that is less than 3.5 km/s which is less than acceptable value (good condition). Less than 57 % of the structure is in medium and good categories. Therefore, the house owners are advised to do repair and restoration immediately to ensure the safety of consumer as well as other structures remain secure, meanwhile almost 43% of structure element fall in doubtful category of structure quality which is less than 30 MPa. The largest crack depth is 78.8 mm was representing the weekend structure. Terrace house at TSI and MG are in medium condition compare to TDI with the average values at 3 km/s, 3.2 km/s and 3.5 km/s respectively.

The conclusion of the research is, if the width of crack line is more than 1.5 mm, it will present the PV value is in medium condition (< 3.0 km/s) and show the crack depth is almost 35 mm.

UPV testing tool has been used to evaluate the concrete structure is not enough to obtain compressive strength to confirm the reinforcement concrete true performance. Perhaps, rebound hammer instrument can be used together in this test.

From the interview during UPV is carried out, most of the house owners employed craftsman service or contractor which are not registered with Construction Industry Development Board Malaysia CIDB and Contractor Service Centre. They mostly consist of family members and friends who have limited skills and collaborated in finishing the renovation task.

References

1. Hobbs, B.; and Kebir, M.T. (2007). Non-destructive testing techniques for the forensic engineering investigation of reinforced concrete buildings. *Forensic Science International*, 167(2-3), 167-172.
2. Sahu, S.K.; and Jain, K.K. (1998). Assessment of concrete quality from pulse velocity tests, non-destructive testing. *Civil Engineering Review*, 43-45.
3. Shariati, M.; Ramli-Sulong, N.H.; Mohammad Mehdi Arabnejad, K.H.; Shafigh, P.; and Sinaei, H. (2011). Assessing the strength of reinforced concrete structures through ultrasonic pulse velocity and Schmidt rebound hammer tests. *Scientific Research and Essays*, 6(1), 213 -220.
4. Ahmad, R., (2004). *Panduan Kerja-kerja Pemeriksaan Kecacatan Bangunan*. Building & Urban Development Institute, Selangor.
5. Mehta, P.K.; and Monteiro, J.M.P. (2006). *Concrete microstructure, properties and materials* (3rd ed.) USA: McGraw-Hill.
6. Che-Ani, A.I.; Ismail, I.; Johar, S.; Abd-Razak, M.Z.; and Hamzah, N. (2015). Condition survey protocol: a system for building condition assessment. *Applied Mechanics and Materials*, 747, 347-350.
7. Jones, R.; and Galfield, E.N. (1955). Testing concrete by an ultrasonic pulse technique. *DSIR Road Research Technical Paper No. 34* (London, H.M.S.O).
8. Hamidian, M.; Shariati, M.; Arabnejad, M.M.K.; and Sinaei, H. (2011). Assessment of high strength and light weight aggregate concrete properties

- using ultrasonic pulse velocity technique. *International Journal of Physical Sciences*, 6(22), 5261-5266.
9. ASTM, C. 597 (2002). Standard test method for pulse velocity through concrete. *American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA*.
 10. Demirboga, R.; Turkmen, I.; and Karakoc, M.B. (2004). Relationship between ultrasonic velocity and compressive strength for high volume mineral-admixture concrete. *Cement and Concrete Research*, 34, 2329-2336.
 11. Solis-Carcano, R.; and Moreno, E.I. (2008). Evaluation of concrete made with crushed limestone aggregate based on ultrasonic pulse velocity. *Construction and Building Materials*, 22(6), 1225-1231.
 12. Leshchinsky, A. (1991). Non-destructive methods instead of specimens and cores, quality control of concrete structures. *Proceedings of the International Symposium Held by RILEM. Belgium*. E FN SPON, UK, 377-386.
 13. Turgut, P. (2004). Research into the correlation between concrete strength and UPV values. *NDTnet*, 12(12), 1-9.
 14. Whitehurst, E.A. (1951). Soniscope tests concrete structures. *Journal of Am. Concr. Inst.* 47(2), 433-444.
 15. Jusan, M.M. (2010). *Renovation for personalization: A development arm for sustainable housing*. Malaysia: Penerbit UTM Press.
 16. Kazaz, A.; and Birginul, M.T. (2005). The evidence of poor quality in high-rise and medium rise housing unit: a case study of mass housing projects in Turkey. *Building and Environment*, 40(11), 1548-1556.
 17. Ismail, I.; Che-Ani, A. I.; Tawil, N.M.; Zulhanif, M.; and Yahya, H. (2012). Pembangunan indeks kecacatan rumah bagi perumahan teres. *Journal of Surveying, Construction and Property*, 3(2), 1-22.
 18. Ali, A.S.; and Wen, K.H. (2011). Building defects possible solution for poor construction workmanship. *Journal of Building Performance*, 2(1), 59-69.
 19. Israelson, N.; and Hansoon, B. (2009). Factor influencing flexibility in buildings. *Structural Survey*, 27(2), 138-147.
 20. Sarman, A.M.; Nawli, M.N.M.; Ani, A.I.C.; and Mazlan, E.M. (2015). Concrete flat roof defects in equatorial climates. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(3), 7319-7324.